

Aus der Universitäts-Frauenklinik zu Frankfurt am Main

Direktor: Professor Dr. med. O. Käser

Experimentelle und klinische Beobachtungen bei der Anwendung des Vakuumextraktors

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin

der Hohen Medizinischen Fakultät

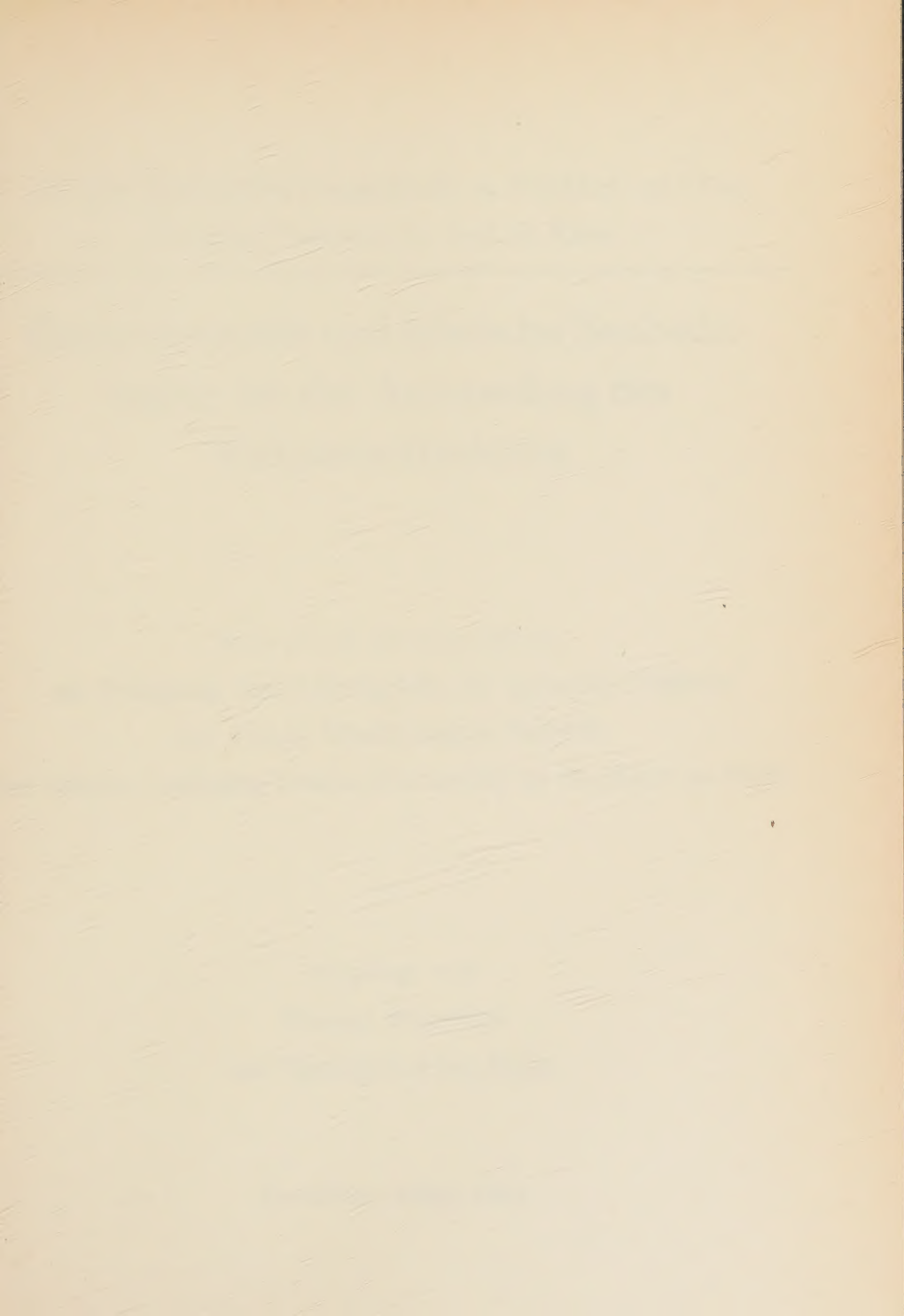
der Johann Wolfgang Goethe-Universität zu Frankfurt am Main

vorgelegt von

Werner Schneider

aus Hennigsdorf bei Berlin

Frankfurt Main 1964





Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546413_0019

Aus der Universitäts-Frauenklinik zu Frankfurt am Main

Direktor: Professor Dr. med. O. Käser

Experimentelle und klinische Beobachtungen bei der Anwendung des Vakuumextraktors

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin

der Hohen Medizinischen Fakultät

der Johann Wolfgang Goethe-Universität zu Frankfurt am Main

vorgelegt von

Werner Schneider

aus Hennigsdorf bei Berlin

Frankfurt Main 1964

Dekan: Prof. Dr. J. Frey

Referent: Priv. Doz. Dr. H. K. Brehm

Correferent: Prof. Dr. K. Weisse

Mündliche Prüfung: 18. Juli 1964



Inhaltsverzeichnis

	Seite
A Einleitung	6
B Geschichte der Vakuumextraktion	6 - 10
C Beschreibung des Gerätes	10 - 11
D Eigene Untersuchungen	12 - 90
 <u>I. Experimenteller Teil</u>	
1. Einleitung	12
2. Versuchsgut	12 - 14
3. Versuchsprogramm	14
a) bei toten menschlichen Neugeborenen	14 - 15
b) bei lebenden und toten Schafslämmern	15
c) bei lebenden Schafslämmern	15
4. Versuchsanordnung	15 - 22
5. Versuchsergebnisse	
a) Druckmessung in der Galea	22
1. direkt unter der Saugglocke	22 - 29
2. 1 cm neben dem Saugglockenrand	29 - 33
3. 2 cm neben dem Saugglockenrand	33 - 36
4. 3, 4 und 5 cm neben dem Saugglockenrand	36
b) Druckmessung im Sinus sagittalis	36 - 43
c) Druckmessung im Gehirn	43
1. nur beim Ansaugen der Glocke	43 - 47
2. beim Abreißen der Glocke	47 - 57
3. bei 0,8 kg/cm ² Sog bei steigender Belastung der Saugglocke mit Gewichten bis zum Abriß	57 - 59
d) Maximaler Zug an der Saugglocke bei einem Vakuum von 0,8 kg/cm ² bei toten menschlichen Neugeborenen	59 - 62
e) Nabelvenendruckmessung	62
f) Histologische Untersuchungen der Bauchhaut	62 - 63
g) Herzzinnendruckmessung	63 - 64
h) Puls und Atmung	64 - 66
6. Diskussion	66 - 69

II. Klinischer Teil

1. Einleitung	70 - 72
2. Indikationen zur Vakuumextraktion	72 - 74
a) Literatur	
b) Eigene Ergebnisse	
3. Narkose	74 - 75
a) Literatur	
b) Eigene Ergebnisse	
4. Vorbedingungen zur Vakuumextraktion	
a) Die Weite des Muttermundes	76
aa) Literatur	
bb) Eigene Ergebnisse	
b) Höheneinstellung des Kopfes	76 - 77
aa) Literatur	
bb) Eigene Ergebnisse	
c) Lage des Kindes	77 - 78
aa) Literatur	
bb) Eigene Ergebnisse	
5. Anwendung der verschiedenen Saugglocken	78
a) Literatur	
b) Eigene Ergebnisse	
6. Höhe des Vakuums	78 - 79
a) Literatur	
b) Eigene Ergebnisse	
7. Extraktionsmethode	79 - 81
a) Literatur	
b) Eigene Ergebnisse	
8. Verletzungen	
a) Mütterliche	81 - 82
aa) Literatur	
bb) Eigene Ergebnisse	
b) Kindliche	82 - 85
aa) Literatur	
bb) Eigene Ergebnisse	

	Seite
9. Beendigung der Geburt durch eine andere operative Methode	85 - 87
a) Literatur	
b) Eigene Ergebnisse	
10. Einfluß von Geschlecht, Länge und Gewicht des Kindes auf den Verlauf der Vakuumextraktion sowie das Verhalten der Schreizeit nach der Vakuumextraktion im Vergleich zur Spontan- geburt	87 - 88
11. Parität und Alter der Mutter	88
a) Literatur	
b) Eigene Ergebnisse	
12. Geburtsdauer	89
13. Terminabweichungen	89 - 90
E Zusammenfassung	90 - 93
Literaturverzeichnis	94 - 101

A Einleitung

Die Vakuumentraktion ist die heute am häufigsten angewendete Methode der operativen Geburtsbeendigung überhaupt. Das umfangreiche Literaturmaterial beweist, daß in den letzten 10 Jahren Tausende von Kinder durch den Vakuumentraktör geboren wurden. Dabei hat sich herausgestellt, daß dieses Gerät für Mutter und Kind ungefährlich ist, wenn es fachgerecht angewendet wird. Es gibt daher nur noch wenige Geburtshelfer, die dieser Methode, meist aus technischen Erwägungen, ablehnend gegenüberstehen. Die Geburtshelfer, die den Vakuumentraktör in der Praxis kennenlernten, haben ihn als außerordentlich gute und verhältnismäßig einfache geburtshilfliche Operationsmethode schätzen gelernt. Der Mutter gegenüber bedeutet die Anwendung des Vakuumentraktors eine erhebliche Verminderung der Infektionsgefahr, da der Vakuumentraktör im Gegensatz zur Zange, deren Blätter höher in den Geburtskanal eingeführt werden müssen, an den führenden Teil des Kindes angesetzt wird. Der wesentliche Vorteil in bezug auf das Kind gegenüber der Zange soll darin liegen, daß die Zange auf den ganzen kindlichen Kopf einen Kompressionsdruck ausübt und die Glocke des Vakuumentraktors eine Saugwirkung lediglich auf die Galea.

Obwohl der Vakuumentraktör seit dem 17. Jahrhundert bekannt ist und seit 10 Jahren in großem Umfange angewendet wird, liegen über die Auswirkungen des Vakuums auf den kindlichen Organismus - außer klinischen Erfahrungsberichten - kaum genauere Angaben vor. Daher wurde die vorliegende Arbeit unternommen, um einen Beitrag zur Klärung dieser Fragen zu leisten.

B Geschichte der Vakuumentraktion

Seit dem Jahre 1620 ist das Vorhandensein einer geburtshilflichen Zange nachzuweisen. Zu dieser Zeit wurde die Zange von

der Familie Chamberlen - aber nur von Mitgliedern der eigenen Familie - verwendet. Erst 1670 wurde die Zange nach einem öffentlichen, mißglückten Versuch allgemein bekannt. Trotz dieses Mißerfolges geriet die Zange nicht in Vergessenheit, sondern wurde in zunehmendem Maße in der Geburtshilfe benutzt (18, 97).

Anders erging es dem Vakuumextraktor. Schon 1632 und 1655 wurde von HILDANUS und PARE die Wirkung des Vakuums bei der Behandlung von Impressionsfrakturen des Schädels bei Kindern ausgenutzt (11, 92). Nachdem GUERRICKE 1654 die Wirkung des Luftdruckes bzw. des Vakuums mit seinen Magdeburger Halbkugeln demonstriert hatte, machte man sich auch diese Naturkraft in der Medizin zunutze. So geht aus dem Bericht des J. YONGE aus dem Jahre 1705 über einen mißglückten Entbindungsversuch hervor, daß die Saugglocke zur Entbindung bereits angewandt wurde. Er schrieb: "Ich konnte weder einen Haken anbringen, noch die Extraktion mit einem durch eine Luftpumpe an der Kopfhaut fixierten Saugnapf vornehmen" (11). 1796 beschreibt SAEMANN im "Archiv für Geburtshilfe, Frauenzimmer- und neugeborener Kinderkrankheiten" folgende "Vision":

"Es träumte mir letzthin: Ich sahe eine Luftpumpe zur Geburtshilfe verfertigen, sie war von Messing, eine Viertel Elle in der Länge, im Durchschnitt 1 1/2 Zoll (3,8 cm), und hatte einen Ansatz von elastischem Gummi mit Ventils. Ich sahe selbige auch hernach anwenden: Man gebrauchte selbige bei einer schweren Kopfgeburt, nachdem man selbige hatte an dem Kopf angepumpt, so konnte man den Kopf des Kindes damit fortziehen, dann durch das Anpumpen und Ziehen bekam der Kopf eine längliche Figur, und die Durchmesser des Kopfs wurden um vieles vermindert, und die Frau wurde ohne Nachteil, und das Kind ohne Schaden leicht und gut entbunden. Da nun mancher Traum in Erfüllung gegangen, nützlich geworden, so kann man nicht wissen, ob dieser Traum nicht ebenfalls von Nutzen werden könnte." (11, 69, 92, 49).

1829 schon versuchte J. Y. SIMPSON dieses Problem zu lösen (11). Seine Gedanken stellen, kurz zusammengefaßt, die ganze Problematik der Vakuumextraktion dar:

"Manchmal steht man vor einer langdauernden Geburt. Die Kopfgeschwulst wird unter dem Wehendruck der langdauernden Geburt mehr und mehr vergrößert, und trotzdem haben diese Wehenkontraktionen wenig oder keinen Effekt auf den Progreß der Geburt. Bei solchen beschwerlichen Fällen, die scheinbar die Anwendung der Zange erfordern, haben vielleicht viele Geburtshelfer den Gedanken gehabt, daß man den Geburtsprozeß dadurch beschleunigen könnte, indem man einen Halt an der Kopfhaut des Kindes oder eines Teiles deren, der sich als Kopfgeschwulst bietet, anbringen könnte. Wenn wir eine Saugschale an dem sich bietenden Teil des kindlichen Kopfes befestigen könnten, dann würden wir eine Möglichkeit haben, eine Kraft anzubringen, die in vielen Fällen eine ausreichende Extraktionskraft newährt. Eine Saugglocke am kindlichen Kopf könnte den kindlichen Kopf rotieren oder dessen Position und vielleicht auch seine Präsentation ändern. Man könnte annehmen, daß die Saugglocke bei der Extraktion des Kindes im Beckenausgang wie auch im Beckeneingang den gleichen Effekt hat. Indem man die physiologische Treibkraft bei jeder Extraktion durch einige extra Kilo Zugkraft erhöht, könnte der Geburtshelfer eine schwierige Geburt sicher und schnell beendigen."

Erst 1848 demonstriert SIMPSON seinen Air-Traktor bei einer schweren Geburt (11). Der Air-Traktor bestand aus einem gewöhnlichen metallischen, röhrenförmigen Mutterscheidenspiegel, der mit einem Stempel versehen war. Teilweise war er mit Leder bezogen und mit Schweinefett eingefettet. Das Vakuum wurde durch Zurückziehen des Stempels erzeugt (49). Im gleichen Jahre wurde mit dem Gerät von SIMPSON an toten menschlichen Neugeborenen nachgewiesen, daß die maximale Haftfähigkeit nur 12 kg beträgt; SIMPSON dagegen hatte eine Zugfähigkeit von 30-40 kg angegeben (11, 48). Die Idee des Air-Traktors will angeblich ein Student JAMES MITCHELL, der bei SIMPSON Vorlesungen hörte, gehabt haben (11).

Die technischen Schwierigkeiten bei der Konstruktion eines brauchbaren Unterdruckgerätes und die ablehnende Haltung in den Geburtshelferkreisen, bereiteten diesem vielversprechenden Versuch einen Mißerfolg und brachten damit der um diese Zeit

schon gut eingeführten Geburtshelferzange mehr Chancen zu ihrer Weiterentwicklung. So ist z.B. v. SIEBOLD der Meinung, "daß dem Air-Traktor ein Platz unter den wohlgemeinten, geistreichen Kuriositäten anzuweisen sei" (92). Aber auch andere Geburtshelfer lehnten diese Methode ab (48, 49, 87).

Trotz aller Ablehnungen wurden immer wieder neue Versuche mit dieser Methode gemacht. 1912 berichtet KOWNATZKI (57) über "geburtshilfliche Extraktionen mit einem Vakuumhelm bei Steißlagen". Er legte zwei Schalen auf die Gesäßbacken und stellte mit einer Wasserstrahlpumpe ein Vakuum her. Als er sich diese Methode 1907 patentieren lassen wollte, erfuhr er, daß bereits 1890 für MC.CAHEY diese Methode für die Extraktion am Kopf ein Patent ausgegeben worden war (57, 69). Ebenfalls 1912 veröffentlicht KUNTSCHE einen Vakuumhelm. Er hatte ihn an einer Steißgeburt und an einer Kopfgeburt erprobt und dabei einen Zug von 15 kg ausüben können. KUNTSCHE schließt aber seine Ausführungen mit folgender Bemerkung: "Trotzdem bin ich weit davon entfernt, die praktische Verwertbarkeit des Verfahrens bereits jetzt zu behaupten und für eine verallgemeinerte Ausübung zu plädieren" (59). KOCKS hofft auf eine Verwertbarkeit, zweifelt aber sehr, "da die Haut vom Knochen abgesaugt wird und dadurch Blutergüsse entstehen" (55). HEIL glaubte, daß der Vakuumhelm im "Armentarium Lucinae antiquum" einen Platz finden werde! (44).

In den folgenden Jahren wurden immer wieder neue Saugglocken konstruiert, TORPIN 1938, COUZIGOU 1947, KOLLER 1950 (68, 69, 102). FINDERLEY hat 1952 einen an 41 Fällen erprobten Vakuumextraktor veröffentlicht. Er nannte ihn kurz "Extraktor". Die Indikationen waren die gleichen wie bei der Zange (33). Aber alle "Extraktor"-Konstruktionen konnten sich nicht durchsetzen.

Erst der von MALMSTRÖM 1953 zusammen mit dem Ingenieur UDDENBERG konstruierte Vakuumextraktor fand allgemeine Anerkennung (66). Es wurde zunächst über 45 erfolgreich ausgeführte Extraktionen berichtet. Damit war nach mehr als 100 Jahren, wenn wir SIMPSONs Air-Traktor als den bedeutendsten Anfang betrachten, das technische Problem im wesentlichen gelöst.

Die Neukonstruktionen von Vakuumextraktoren hören aber nicht auf. 1955 hat CASTELLO einen neuen Vakuumextraktor entwickelt, 1960 LEINZINGER. Beide Konstruktionen waren ohne Erfolg (10, 63).

GANSE entwickelte 1961 einen neuen Vakuum-Griff-Extraktor aus Piacryl und wendet ihn mit Erfolg an. Sein Vorteil liegt in der besonderen Einfachheit, umständliches Zusammensetzen entfällt vollständig (37). 1962 hat BREHM eine neue Saugglocke konstruiert, mit dem Gedanken, die Kopfhautverletzungen dadurch verringern zu können. Die Haftfähigkeit der Glocke war aber viel zu gering (7).

C Beschreibung des Gerätes

Der Vakuumextraktor nach MALMSTRÖM und UDDENBERG besteht im wesentlichen aus der Saugglocke, einem Glaszylinder mit einem Manometer und einer Vakuumpumpe. Diese drei Hauptbestandteile werden durch Gummischläuche, deren Wandstärke so beschaffen sein muß, daß sie durch das Vakuum nicht zum Kollabieren gebracht werden können, miteinander verbunden.

Wir verfügen über Saugglocken mit drei verschiedenen Durchmessern: 33, 42 und 49 mm. In der Kuppel der Glocke befindet sich eine Zugplatte, die durch eine Metallkette gehalten wird. Diese Zugplatte ist so gearbeitet, daß sie beim Zug wie auch beim Ansaugen der Kopfhaut ein vollständiges Abdichten der Glocke zum Handgriff hin verhindert. Das ist besonders beim drohenden Abreißen der Glocke wichtig, da diese Anordnung der Zugplatte die sofortige Wiederherstellung des Vakuums ermöglicht.

Die Metallkette führt durch einen Gummischlauch zu dem kreuzförmigen Handgriff, wo sie durch einen Metallstift befestigt ist. Der Zug an dem Handgriff wird durch diese K e t t e und n i c h t durch den Gummischlauch auf die Zugplatte in der Saugglocke übertragen.

Vom Handgriff führt ein weiterer Schlauch zur Vakuumflasche, die fest mit einem Gummistopfen verschlossen ist. Der Vakuumflasche sitzt ein Manometer auf, von dem man das Vakuum ablesen kann. Die Vakuumflasche ist durch einen Schlauch mit der Vakuumpumpe verbunden.

Bei den halb- und vollautomatischen Geräten ist die Vakuumflasche und -pumpe in den Vakuum-Automaten mit eingebaut. Der Vakuumextraktor muß nach jedem Gebrauch sterilisiert werden.

Da die Gummiteile einem recht schnellen Verschleiß unterliegen, ist ihre Intaktheit besonders sorgfältig zu prüfen. Danach sollte er entgegen anders lautenden Meinungen möglichst einsatzbereit aufbewahrt werden, um in Notfällen das umständliche und vor allen Dingen zeitraubende Zusammenbauen des Gerätes zu vermeiden.

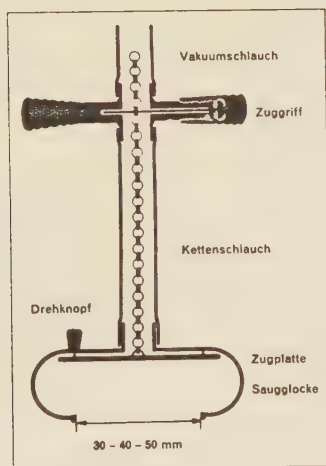


Abb. 1
Schema des Vakuumentsaugers

D E i g e n e U n t e r s u c h u n g e n

I. E x p e r i m e n t e l l e r T e i l

1. Einleitung

Über die physikalischen Vorgänge bei der Anwendung des Vakuumextraktors liegen bis jetzt kaum irgendwelche Angaben vor. Es sind zwar viele Vermutungen und Annahmen über die Auswirkungen des Vakuumextraktors auf den kindlichen Organismus ausgesprochen worden, doch sind diesen Angaben bisher keine experimentellen Arbeiten gefolgt.

Im experimentellen Teil der Arbeit soll anhand von insgesamt 432 Druckmessungen am Kopf des Schafslammes und toter menschlicher Neugeborener versucht werden, einige Ergebnisse zur Klärung der Auswirkungen des Vakuums auf den kindlichen Organismus beizutragen. Da in unserem Arbeitskreis bereits Druckmessungen am kindlichen Kopf mit der mittleren Glocke vorgenommen wurden, benutzten wir bei der Messung an den kindlichen Köpfen die g r o ß e G l o c k e , um die Unterschiede bei den einzelnen Glocken zu erfassen. Bei den toten sowie lebenden Lämmern wurde die mittlere Glocke verwendet, um Vergleiche mit bereits vorhandenen Meßergebnissen anstellen zu können. Besser wäre die kleine Saugglocke gewesen, da die Lammköpfe relativ klein sind; gegen deren Verwendung sprach jedoch, daß die kleine Glocke in der Klinik selten gebraucht wird.

2. Versuchsgut

Insgesamt 240 Versuche führten wir an 11 toten menschlichen Neugeborenen durch. Die menschlichen Neugeborenen erhielten wir aus dem Pathologischen Institut (Direktor: Prof. Dr. Rotter), wo sie im Durchschnitt 7 Tage in der Kühlkammer gelegen hatten. Es standen uns nicht immer reife menschliche Neugeborene zur Verfügung, da die meisten seziert werden, dann aber für unsere Versuche nicht mehr geeignet waren. Das durchschnittliche Gewicht unserer menschlichen Neugeborenen betrug 2385 g; das geringste Gewicht war 1280 g, das höchste 4000 g. 7 menschliche

Neugeborene wogen weniger als 3000 g und nur 4 waren etwa normalgewichtig. Einen bedeutenden Unterschied bei den Versuchsergebnissen zwischen normalgewichtigen und untergewichtigen menschlichen Neugeborenen haben wir nicht feststellen können.

Die lebenden Schafslämmer bildeten die Mehrzahl unserer Versuchsobjekte. An 24 lebenden Schafslämmern, die wir uns aus den umliegenden Schäfereien besorgen konnten, führten wir 163 Versuche durch. Hierbei handelte es sich ausschließlich um Zwillingslämmer, da die Mutterschafe im allgemeinen nicht in der Lage sind, mehr als ein Lamm zu ernähren. Einzellämmer wurden grundsätzlich nicht abgegeben (bzw. wären zu teuer gewesen). Schafslämmer wurden deshalb für unsere Versuche verwendet, da diese erstens relativ leichter zu beschaffen waren als z.B. Ferkel, zweitens wenigstens im Gewicht reifen menschlichen Neugeborenen entsprachen.

Das normale Geburtsgewicht des Schafes beträgt 1,5 - 3,5 kg, die Scheitel-Steißlänge 40 - 50 cm. Die durchschnittliche Tragdauer ist 150 Tage. Die Ferkel dagegen sind wesentlich leichter. Ihr durchschnittliches Geburtsgewicht ist mit 1 - 2 kg, ihre Scheitel-Steißlänge mit 22 - 25 cm angegeben. Auch die Tragdauer ist mit 115 Tagen erheblich kürzer als bei den Lämmern (81).

Das durchschnittliche Gewicht unserer Versuchslämmer war 2,98 kg, also höher als das der zu unseren Versuchen verwendeten menschlichen Neugeborenen, entsprach jedoch etwa dem Gewicht eines reifen neugeborenen Kindes. Das Kleinste wog 1,5 kg, das Größte 4 kg. Die nachts geborenen Lämmer wurden von uns am darauffolgenden Tag abgeholt und noch am selben Tag für unsere Versuche verwendet. Keines der Versuchslämmer war älter als 36 Stunden, damit sind wir den Verhältnissen, wie sie unter der Geburt anzutreffen sind, besonders was die Reaktion auf das Vakuum betrifft, sehr nahe gekommen.

Weiterhin machten wir noch 39 Versuche an 7 toten Schafslämmern. Alle waren entweder tot geboren oder kurz nach der Geburt gestorben. Um auch hier eine möglichst gute Vergleichsmöglichkeit zu haben, wurden die toten Schafslämmer erst 3 - 4 Tage im Kühlschrank aufbewahrt, bevor die Versuche an ihnen durchgeführt wurden.

Das durchschnittliche Gewicht der toten Lämmer betrug 2,78 kg; das niedrigste Gewicht war 2 kg, das höchste 3,5 kg.

Die Versuche an den toten Lämmern wurden deshalb durchgeführt, um auf evtl. auftretende Unterschiede zwischen den Versuchsergebnissen bei lebenden und toten Lämmern aufmerksam zu werden und daraus auf die Unterschiede bei lebenden und toten menschlichen Neugeborenen schließen zu können.

Auf die Besonderheiten des Lammschädels werde ich noch bei der Beschreibung der Versuchsanordnung zu sprechen kommen.

3. Versuchsprogramm

a. bei toten menschlichen Neugeborenen

1. Druckmessung in der Galea bei $0,8 \text{ kg/cm}^2$ Sog
 - a) direkt unter der Saugglocke
 - b) beim Abreißen direkt unter der Saugglocke bei laufendem Vakuummotor
 - c) beim Abreißen direkt unter der Saugglocke, aber unmittelbar vorher den Motor ausgeschaltet
 - d) direkt unter der Glocke beim Abreißen des Schlauches von der Vakuumflasche
 - e) direkt unter der Saugglocke bei $0,1$ und $0,2 \text{ kg/cm}^2$ Sog
 - f) 1 cm neben dem Saugglockenrand
 - g) 2 cm neben dem Saugglockenrand
 - h) 3 cm neben dem Saugglockenrand
 - i) 4 cm neben dem Saugglockenrand
 - j) 5 cm neben dem Saugglockenrand
2. Druckmessung im Sinus sagittalis bei $0,8 \text{ kg/cm}^2$ Sog
 - a) Ansaugen der Glocke über der großen Fontanelle
 - b) Ansaugen der Glocke über der kleinen Fontanelle
 - c) Ansaugen der Glocke über dem Os parietale
3. Druckmessung im Gehirn bei $0,8 \text{ kg/cm}^2$ Sog
 - a) Ansaugen der Glocke über der großen Fontanelle
 - b) Ansaugen der Glocke über der kleinen Fontanelle
 - c) Ansaugen der Glocke über dem Os parietale
 - d) beim Abreißen der Glocke
 1. beim Fixieren des menschlichen Neugeborenen am Kopf
 2. beim Fixieren des menschlichen Neugeborenen an der Schulter

3. nachdem der Vakuumschlauch hinter dem Handgriff abgeklemmt worden war und Fixierung des Neugeborenen am Kopf

e) beim Abreißen des Schlauches von der Vakuumflasche

f) bei steigender Belastung der Saugglocke mit Gewichten bis zum Abriß

4. Maximaler₂ Zug bis zum Abreißen an der Saugglocke bei 0,8 kg/cm² Sog sofort nach dem Ansaugen und nach 1, 2, 3, 4 und 5 Minuten

b. bei lebenden und toten Schafslämmern

1. Druckmessung in der Galea bei größtmöglichem Vakuum

a) direkt unter der Saugglocke

b) 1 cm neben dem Saugglockenrand

c) 2 cm neben dem Saugglockenrand

2. Druckmessung im Sinus sagittalis bei größtmöglichem Vakuum

3. Druckmessung im Gehirn bei größtmöglichem Vakuum

a) beim Ansaugen der Glocke

b) beim Abreißen der Glocke

c. bei lebenden Schafslämmern

1. Nabelvenendruckmessung

2. histologische Untersuchungen von Bauchhaut, auf die ein Sog eingewirkt hatte

a) nach plötzlichem Ansaugen

b) nach langsamem Ansaugen

3. Herzzinnendruckmessung

Auf die Art und Weise, wie diese Versuche durchgeführt wurden wird anschließend bei der Beschreibung der Versuchsanordnung eingegangen.

4. Versuchsanordnung

Die Druckmessungen nahmen wir mit einer Kanüle von 1,2 mm äußerem Durchmesser und 15 cm Länge vor. Auf die abgefeilte Spitze wurde zur Druckübertragung Kondomgummi lose befestigt. Die Kanüle wurde dann anschließend mit Wasser gefüllt. Dabei füllte sich auch der kleine Gummiballon am Kanülenende. Es mußte besonders darauf geachtet werden, daß die ganze Kanüle und vor allem der Ballon luftleer waren, um die Messungen so

genau wie möglich zu machen. Die Kanüle wurde an einen Druckwandler Statham Type P 23 Db angeschlossen, der den mechanischen Druck in elektrische Spannungen umwandelt. Unser Gerät war mit maximal 750 mm Hg positivem wie negativem Druck zu belasten. Wir konnten so auch negative Drucke direkt messen, im Gegensatz zu BREHM und MEYHOEFFER, die den Druck mechanisch registriert haben und keinen negativen Druck direkt messen konnten (7, 75).

Der manometrische Druck wird von einer sehr empfindlichen Membran des Statham Druckwandlers auf eine Dehnungsmessstreifenbrücke übertragen. Diese Brückenschaltung liefert eine dem Druck proportionale Ausgangsspannung, die in einem Transistor verstärkt wird und in einem Synchrongleichrichter demoduliert wird. Als Anzeigeeinstrument benutzten wir ein FLAG-Elektromanometer Typ 2000 von der Firma Liechti AG. in Bern. Das Elektromanometer ist voll transistorisiert. Es benutzt nur Halbleiter und keine Röhren. Das Gerät arbeitet nach dem Trägerfrequenzverfahren. Von diesem Instrument lassen sich die Drucke leicht ablesen. Die Messbereiche sind beliebig für 20/40/80/150/300 und 600 mm Hg Maximaldruck einzustellen. Die lineare Registrierung ist durch den Statham Transducer begrenzt. Wir haben uns deshalb die größte lineare Registrierung in Eichkurven ermittelt, um bei der Auswertung der Kurven umständliche Umrechnungen zu vermeiden.

Das FLAG-Elektromanometer wurde an einen direkt schreibenden 3-Kanal-Elektrokardiographen angeschlossen. Das Gerät wird ebenfalls von der Firma Liechti AG., Bern (Schweiz) hergestellt; es ist unter der Bezeichnung "Cardiopap-3 Typ 573" im Handel. Für eine lineare Übertragung der elektromanometrischen Drucke stand uns auf diesem Gerät ein Bereich von 35 mm zur Verfügung. Bei der Benutzung eines Elektromanometers wird dieses an die separaten Eingänge des Kardiographen angeschlossen. Daher ist es auch möglich, während dieser Druckregistrierung noch das EKG und andere Messungen vorzunehmen. Am oberen Rand des Registrierstreifens wird jede Sekunde durch einen Strich markiert, so daß man auch in dieser Hinsicht genaue Kontrollen vornehmen kann. Die Papiergeschwindigkeit kann reguliert werden bis auf den niedrigsten Wert von etwa 2 mm/sec. Außerdem

kann aber die eingestellte Transportgeschwindigkeit des Papiers durch Knopfdruck verdoppelt werden, was bei schnell ablaufenden Druckschwankungen, bei uns z.B. bei den Abreißversuchen, von Bedeutung ist.

Die lebenden Tiere wurden vor Beginn der Versuche narkotisiert. Von den insgesamt 24 lebenden Lämmern wurde bei 9 Tieren die Narkose mit Thiogenal durchgeführt. Thiogenal ist ein Kurz-narkotikum, es ist das Natriumsalz des Methylthioäthyl-2-pentylthiobarbitursäure. Erfahrungen mit dem Mittel lagen bei der Anwendung bei Schweinen vor (40). Es sollen 25 - 30 mg/kg Körpergewicht gegeben werden. 30 mg sollen innerhalb 1 Minute injiziert werden. Wir haben 1 g Thiogenal in 20 ml Aqua destillata aufgelöst und erhielten somit eine 5%-ige Lösung. Davon injizierten wir als Anfangsdosis 1 - 2 ccm je nach Größe des Tieres. Das waren maximal 50 - 100 mg Thiogenal. Machten sich im Verlauf des Versuches irgendwelche Unruheerscheinungen bemerkbar, gaben wir im allgemeinen erneut 20 mg Thiogenal nach.

Bei einem Lamm machten wir eine Evipannarkose. Nach kurzer Zeit machte sich aber eine starke Schleimsekretion der Bronchialdrüsen bemerkbar, die die Atmung des Tieres schwer behinderte. Deshalb haben wir dieses Narkotikum bei weiteren Tieren nicht mehr verwendet. Außerdem soll sich mit Evipan die Narkose schlechter steuern lassen (40).

Die übrigen 14 Tiere narkotisierten wir mit Pentotal (Na-Salz der Äthyl-(1-methylbutyl)-Thiobarbitursäure). Pentotal soll sich ähnlich verhalten wie Evipan. Beobachtungen wie bei der Evipannarkose des einen Tieres haben wir jedoch bei der Benutzung von Pentotal nicht gemacht. Wir lösten 1 g in 20 g Aqua destillata auf und dosierten wie mit Thiogenal.

Die Narkosemittel injizierten wir bei allen Tieren durch die Nabelvene. Dabei machten wir aus rein informatorischen Gründen bei einigen Tieren Nabelvenendruckmessungen. Bei den Nabelvenendruckmessungen wurde der Messbereich des Elektromanometers auf 20 mm Hg eingestellt.

Zur Erzeugung des Vakuums benutzten wir eine elektrische Vakuumpumpe, durch die wir leicht und ohne Mühe ein konstantes

Vakuum erhielten.

Zur Druckmessung in der Galea wurde mit einem Skalpell ein etwa 1 cm langer Schnitt über der Sutura frontalis gemacht, und von diesem Schnitt aus wurde zwischen Galea und Schädelknochen ein Troikar bis zur Mitte des Schädeldaches vorgeschoben. Die Galea wurde dabei etwas vom Knochen abgehoben, um die Kanüle mit dem Ballon zur Druckmessung ohne Schwierigkeiten verschieben zu können. Der Schnitt in der Galea wurde nach dem Einschieben der Kanüle fest zugeklemt.

Bei den Druckmessungen in der Galea direkt unter der Saugglocke - bei den Abreiversuchen - wurde diese über dem Ballon angesaugt. Bei den Messungen 1, 2, 3, 4 und 5 cm neben der Glocke, lag der Ballon der Kanüle 1 bzw. 2, 3, 4 und 5 cm außerhalb des Glockenrandes.

Die Messung der Druckunterschiede im Sinus sagittalis wurde bei den toten menschlichen Neugeborenen und den toten Lämmern ebenfalls mit dieser Ballonkanüle gemessen. Bei den lebenden Lämmern haben wir die Messung blutig vorgenommen. Um jedoch überhaupt mit der Kanüle in das Schädelinnere hineinzukommen, wurde mit dem Troikar ein Loch durch die Schädelcalotte gestoßen. Die Kanüle wurde dicht unter das Schädeldach gelegt. Über den richtigen Sitz konnten wir uns bei den lebenden Schafslämmern leicht durch Blutaspiration überzeugen.

Die Druckmessung im Gehirn wurde bei allen drei Versuchsubjekten mit der Ballonkanüle durchgeführt, die wir zu diesem Zweck zur Mitte des Gehirns vorschoben. An dieser Stelle lag die Kanüle bei allen Druckmessungen, die im Gehirn vorgenommen wurden.

Zur Messung der Druckschwankungen im Gehirn beim Abreißen der Saugglocke bei einem konstanten Vakuum von $0,8 \text{ kg/cm}^2$ lagerten wir Lämmer und tote menschliche Neugeborene auf dem Tisch. Diese Lagerung wurde bei den toten menschlichen Neugeborenen deshalb gewählt, um möglichst wenige Nachschwankungen durch die lose aufgehängten menschlichen Neugeborenen und die unvermeidlich entstehenden Schwingungen eines künstlichen Beckenbodens zu haben.

Die lebenden Tiere wurden zur Sicherheit auf einem Tieropera-

tionstisch in der für uns günstigsten Position gelagert. Eine Möglichkeit, die Lämmer in ein Beckenbodenmodell zu hängen, bestand sowieso nicht, da der Gesichtsschädel überwiegt, und aus diesem Grund nicht in den Beckenboden paßte.

Den Kopf aller Versuchsobjekte fixierten wir mit der Hand, und zwar so, daß die Glocke zwischen Daumen und Zeigefinger angesaugt wurde und bei genügend großem Zug auch abreißen konnte. Bei einigen Abrißversuchen haben wir auch an den Schultern fixiert, um zu sehen, welche Unterschiede sich ergeben. Die Fixierung durch die Hand am Kopf erschien uns aber mehr den natürlichen Verhältnissen bei der Geburt zu entsprechen, da der Kopf sich ja auch gegen den Beckenboden stemmt, ohne ihn beim Abreißen der Saugglocke zu überwinden. Unsere Fixierung dürfte mit der durch den Beckenboden vergleichbar sein.

Bei einigen Versuchen wurde die Saugglocke abgerissen, nachdem hinter dem Handgriff der Schlauch durch eine Klemme abgeklemmt worden war; in einigen Fällen wurde der Schlauch von der Vakuumflasche abgerissen, um zu sehen, ob ein unterschiedliches Verhalten der Druckschwankungen gegenüber Abrißversuchen mit laufendem Vakuummotor zu finden ist, und nicht die Glocke, die jedoch dann sofort abfiel.

Zur Messung des Hirndruckes bei einem konstanten Vakuum von $0,8 \text{ kg/cm}^2$ und unter steigender Belastung mit verschiedenen Gewichten bis zum Abriß der Glocke wurden die menschlichen Neugeborenen derart aufgehängt, daß der Kopf in einen künstlichen Beckenboden zu hängen kam und von unten die Glocke an den Kopf angesaugt werden konnte. Auch bei der maximalen Belastungsmöglichkeit der Saugglocke nach verschiedenen Zeiten (sofort, 1, 2, 3, 4 und 5 Minuten nach Ansaugen) wurden die toten menschlichen Neugeborenen auf die eben beschriebene Art und Weise gelagert. Die maximale Belastung wurde dabei mit einer einfachen Federwaage ermittelt. Dazu wurde an der Federwaage ein kleines Metallblättchen angebracht, das sich mit dem Zeiger der Waage leicht verschieben ließ und beim Abriß gerade an der Stelle hängen blieb, an der sich der Zeiger der Waage beim Abriß befand. In den Fällen, in denen wir sofort die Glocke abrissen, hatte sie gerade ein Vakuum von $0,8 \text{ kg/cm}^2$ erreicht, das dauerte ca. 10 Sekunden. In den anderen Fällen wurde nach Herstel-

lung des Vakuums von $0,8 \text{ kg/cm}^2$ noch 1, 2, 3, 4 und 5 Minuten gewartet und dann erst abgerissen.

Für die histologischen Untersuchungen der Bauchhaut der Lämmer wurde der Schlauch hinter dem Handgriff zunächst abgeklemmt und ein Vakuum von $0,8 \text{ kg/cm}^2$ hergestellt. Die Saugglocke wurde dann auf die Bauchhaut aufgesetzt, die vorher an dieser Stelle geschoren worden war. Die Klemme wurde dann geöffnet und damit extrem schnell das Vakuum erzeugt. Die Haut wurde im selben Moment angesaugt, wobei das Vakuum nur wenig abfiel, aber sofort wieder auf $0,8 \text{ kg/cm}^2$ anstieg. Im andern Falle setzten wir die Glocke zuerst auf die Haut auf und erzeugten dann langsam, innerhalb von z w e i Minuten ein Vakuum von $0,8 \text{ kg/cm}^2$. In beiden Fällen entnahmen wir nach dem Versuch jeweils ein Hautstück aus der Mitte der Sauggeschwulst und vom Geschwulstrand, wo die Saugglocke aufgesessen hatte.

Bei einigen Tieren wurde am Ende der Versuche eine Herzinnen-druckmessung vorgenommen. Der Sitz der Nadel wurde nicht in allen Fällen nachgeprüft. Die Tiere wurden anschließend durch eine Überdosis Narkosemittel getötet, da sie durch die intercraniellen Druckmessungen so verletzt waren, daß sie nicht mehr lebensfähig waren.

Wie aus der Übersicht des Versuchsprogramms hervorgeht, wurde die Saugglocke bei der Druckmessung im Sinus sagittalis und im Gehirn bei den toten menschlichen Neugeborenen über der großen und kleinen Fontanelle und dem Os parietale angesaugt, damit wurden die Gegebenheiten der Geburtshilfe berücksichtigt, wo, je nach führendem Teil des Kopfes, die Glocke an verschiedenen Stellen angelegt wird. Bei den Lämmern war es dagegen nicht möglich, an drei verschiedenen Stellen die Glocke anzusaugen, weil erstens die Köpfe dafür viel zu klein waren und zweitens der Lammschädel keine Fontanellen mehr aufweist. Die einzelnen Schädelknochen verwachsen immer schon intrauterin, die vollkommene Verschmelzung tritt aber erst in den ersten Lebensmonaten auf (12). Eine Verschiebung der einzelnen Knochen gegeneinander ist daher nicht möglich. Fontanellen sind nicht zu tasten. Nach dem Zurückschlagen der Galea konnten wir die Schädelnähte und auch die Stellen, wo die Fontanellen embryonal vorhanden waren, tasten.

Der frühzeitige Schluß der Nähte wird auf eine nur geringe Massenentwicklung des Gehirns zurückgeführt (109). Die Schädelform des Lammes ist konvex. Das Dach des Schädels wird ebenso wie beim Menschen von Os frontalia, parietalia und dem Os occipitale gebildet. Das Os interparietale hat beim Schaf eine gewisse formgebende Bedeutung. Das Schädeldach fällt hinter dem oberen Orbitalbogen nach nuchal ab (12, 78). Wegen der fehlenden Fontanellen am Lammschädel entschlossen wir uns, eine künstliche Fontanelle anzulegen, da den Fontanellen ein Einfluß auf die Druckfortpflanzung ins Schädelinnere zuzuschreiben ist. Dazu wurde nach den Messungen in der Galea ein halbkreisförmiger Schnitt oberhalb des Orbitalrandes beiderseits bis zu den Ohren gemacht. Die Kopfhaut wurde von dem Kopf gelöst und so weit wie möglich zurückgeklappt. Die Fontanelle wurde mit einem elektrischen Handbohrer an der Stelle der geschlossenen großen Fontanelle angelegt. Sie hatte durchweg eine Größe von $2 - 3 \text{ cm}^2$, was im Verhältnis zu den Schädelmassen einer großen Fontanelle entsprechen dürfte. Danach wurde die Galea wieder fest zusammengenäht und mit den Messungen im Schädelinneren begonnen.

Bei allen Versuchen, mit Ausnahme der Druckmessungen in der Galea direkt unter der Glocke und der Nabelvenendruckmessungen, wurde bei einer Empfindlichkeit des Elektromanometers von 40 mm Hg registriert. Unsere Registrierung war so eingestellt, daß 0,7 mm auf der Kurve 10 mm Hg entsprachen. Bei den Druckmessungen in der Galea direkt unter der Glocke schalteten wir das Elektromanometer auf eine Empfindlichkeit von 600 mm Hg um. Der Nullpunkt wurde dabei, wegen der Messung der entstehenden Unterdrucke, auf der Skala nach rechts zur Mitte verlegt. In diesen Fällen entsprachen bei der Registrierung 1 mm auf der Kurve 20 mm Hg Unterdruck. Die Nabelvenendruckmessungen wurden, wie schon angegeben, bei einer Empfindlichkeit des Elektromanometers von 20 mm Hg registriert, dabei entsprachen 1,4 mm auf der Kurve 10 mm Hg.

Nach diesen Werten wurden sämtliche Kurven ausgemessen.

Zur Bestimmung der Messgenauigkeit wurden von uns besondere Druckregistrierungen im Gehirn an 7 lebenden Schafslämmern und einem toten und an einem toten menschlichen Neugeborenen

vorgenommen. Der Kopf wurde dazu 5 - 10 mal hintereinander mit dem gleichen Gewicht von 6 kg belastet. Jede Belastung registrierten wir während einer Dauer von 20 - 30 Sekunden; nach der Abnahme des Gewichtes vom Kopf fiel der Druck wieder auf den Nullpunkt ab. Bis zur nächsten Belastung warteten wir wieder 20 - 30 Sekunden. Aus den insgesamt 75 Einzelmessungen errechneten wir den mittleren Fehler eines jeden Versuchsobjektes. Der Mittelwert aller dieser ergab 3,27%. Es soll dabei nicht verschwiegen werden, daß der größte Fehler, den wir einmal ermittelten, 10,83% betrug, der kleinste dagegen betrug aber nur 0,26%. Wir glauben, daß damit unsere Methode hinreichend genau ist.

5. V Versuchsergebnisse

a) Druckmessung in der Galea direkt unter der Saugglocke

Entsprechend unserem Versuchsprogramm will ich mit der Besprechung der Versuchsergebnisse bei den Druckmessungen in der Galea beginnen. Wir haben insgesamt 51 Druckmessungen direkt unter der Saugglocke in der Galea vorgenommen.

21 Messungen wurden bei den m e n s c h l i c h e n N e u - g e b o r e n e n vorgenommen, bei denen immer ein Vakuum von $0,8 \text{ kg/cm}^2$ leicht erreicht werden konnte, so daß wir alle Messungen bei diesem Vakuum durchführen konnten.

Bei atmosphärischem Luftdruck, der einem Vakuum von 0% entspricht, haben wir pro cm^2 einen Druck von 1 kg, das entspricht einem Druck von 760 mm Hg. Beginnen wir zu evakuieren, so nimmt der Luftdruck ab. Bei einem 100%igen Vakuum ist der Druck dann gleich 0 mm Hg. Reduzieren wir das Vakuum um jeweils $0,1 \text{ kg/cm}^2$, so nimmt der Druck jeweils um 76 mm Hg ab. Erzeugen wir ein Vakuum von $0,8 \text{ kg/cm}^2$, so könnten wir maximal eine Druckabnahme von 608 mm Hg erwarten. So hohe Werte haben wir aber bei unseren Versuchen nie gemessen. Der höchste Wert, den wir bei $0,8 \text{ kg/cm}^2$ Sog in der Kopfschwarte erreicht haben, war 380 mm Hg Unterdruck, den geringsten Wert registrierten wir mit 75 mm Hg. Alle Werte zusammen ergeben einen durchschnittlichen Unterdruck von 246,42 mm Hg, das heißt: 40,53% des Unterdruckes, den wir in der Glocke erzeugten, wurde in der Galea

fortgepflanzt. (Tab. 1 und 4)

Insgesamt 7 Messungen haben wir auch bei $0,1 \text{ kg/cm}^2$ und $0,2 \text{ kg/cm}^2$ Sog vorgenommen, um die Abhängigkeit des Unterdruckes in der Galea vom Vakuum zu ermitteln. Diese Messungen konnten aber nur noch bei menschlichen Neugeborenen durchgeführt werden, da die Ablammzeit bereits vorüber war. Hierbei registrierten wir für $0,1 \text{ kg/cm}^2$ Sog einen Mittelwert von $53,33 \text{ mm Hg} = 70,17\%$ des zu erwartenden Druckes. Die Werte für $0,2 \text{ kg/cm}^2$ Sog betrugen $97,5 \text{ mm Hg} = 64,14\%$. Aus diesen Werten geht hervor, daß der Unterschied zwischen dem Unterdruck in der Glocke und dem tatsächlich entstehenden Unterdruck in der Galea mit der Höhe des Vakuums zunimmt. (Tab. 1)

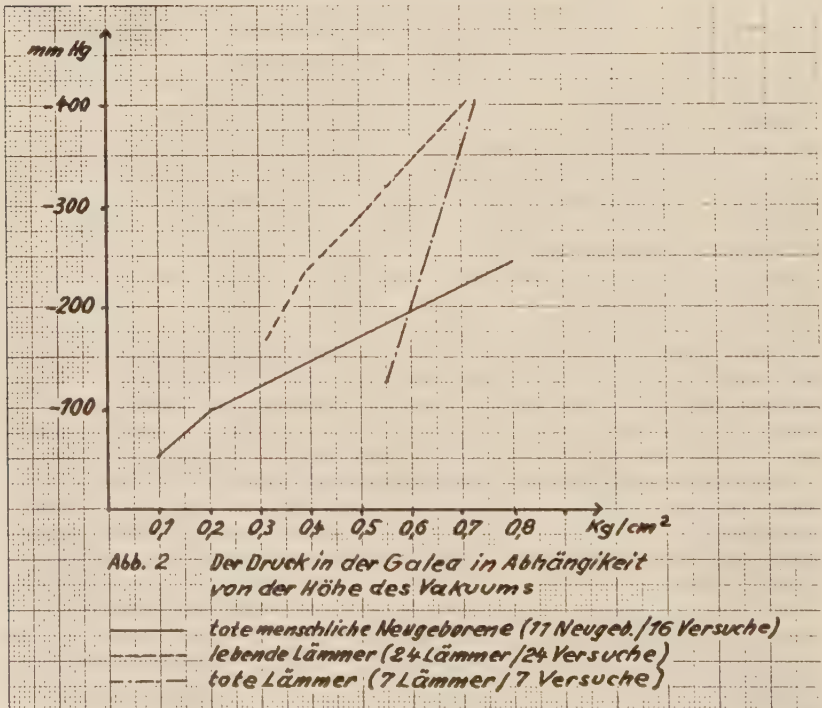
Tab. 1 Druckmessung in der Galea direkt unter der Glocke bei toten menschlichen Neugeborenen

Nr.	Gew. g	Max. Vakuum kg/cm^2	Max. Un- ter- druck mm Hg	Zeit in Sek. bis			Ausschl. d. Vak. Pum- pe n. max. Unterdruck	Druck- änderg. in ds. Zeit
				Max. Un- ter- druck err.	Glocke abfällt	Unter- druck ausgeg.		
1	1280	0,8	210	12	7	3	16	60
2	1690	0,8	180	12	7	6	43	15
3	2560	0,8	260	40	11	10	3	0
4	3350	0,8	380	14	5	4	3	0
5	1480	0,8	230	16	13	11	20	15
6	1830	0,8	295	13	15	14	41	40
7	1570	0,8	310	15	4	3	4	0
8	4000	0,8	210	-	-	-	-	-
9	3635	0,8	210	-	-	-	-	-
Ø	2377	0,8	246,4	17,4	8,9	7,3	18,6	18,6
10	3250	0,1	70	-	-	-	-	-
		0,1	50	-	-	-	-	-
11	2500	0,1	40	-	-	-	-	-
Ø	2875	0,1	53,3	-	-	-	-	-
10	3250	0,2	135	-	-	-	-	-
		0,2	80	-	-	-	-	-
		0,2	95	-	-	-	-	-
11	2500	0,2	80	-	-	-	-	-
Ø	2875	0,2	97,5	-	-	-	-	-

Bei den lebenden Schafslämmern sind 24 Einzelmessungen vorgenommen worden, wobei niemals ein Vakuum von $0,8 \text{ kg/cm}^2$ erreicht wurde. Durchschnittlich wurde ein Vakuum von $0,5 \text{ kg/cm}^2$ erzeugt, das höchste war $0,75 \text{ kg/cm}^2$, das niedrigste $0,24 \text{ kg/cm}^2$. Der höchste Unterdruck von 420 mm Hg entspricht dem höchsten Vakuum von $0,75 \text{ kg/cm}^2$, während der niedrigste Unterdruck von 85 mm Hg bei einem Vakuum von $0,30 \text{ kg/cm}^2$ gemessen wurde. Im Durchschnitt betrug der Unterdruck 291 mm Hg (Tab. 2).

Wir haben die Mittelwerte für ein bestimmtes Vakuum errechnet. Bei $0,31 \text{ kg/cm}^2$ wurden 165,5 mm Hg gemessen. Da in der Glocke 235,6 mm Hg Unterdruck herrschten, sind das 71,1%. Folgende Mittelwerte wurden weiterhin errechnet:

$0,39 \text{ kg/cm}^2$	$= 235,0 \text{ mm Hg} = 79,2\%$
$0,50 \text{ kg/cm}^2$	$= 288,0 \text{ mm Hg} = 75,4\%$
$0,60 \text{ kg/cm}^2$	$= 343,75 \text{ mm Hg} = 75,4\%$
$0,71 \text{ kg/cm}^2$	$= 405,0 \text{ mm Hg} = 75,1\%$



Im Durchschnitt werden also 75,3% des theoretisch zu erwartenden Unterdruckes in der Galea des lebenden Lammes unter der Saugglocke gemessen. (Abb. 2)

Tab. 2 Druckmessung in der Galea direkt unter der Glocke bei lebenden Schafslämmern

Nr.	Gew. g	Max. Vakuum kg/cm ²	Max. Unter- druck mm Hg	Zeit in Sek bis				Druck- änderg. in ds. Zeit
				Max. Unter- druck err.	Glocke abfällt	Unter- druck ausge- glichen.	Ausschl. d.Vak.Pum- pe n.max. Unterdruck	
1	3000	0,58	325	11	6	6	19	0
2	2500	0,34	140	28	4	76	20	20
3	2750	0,60	375	11	4	5	13	85
4	3000	0,60	350	30	6	5	3	0
5	3500	0,60	325	20	4	5	22	0
6	3250	0,40	265	15	3	2	21	160
7	2500	0,50	310	15	5	3	5	0
8	3000	0,70	390	10	12	12	9	40
9	3000	0,70	410	9	9	8	6	0
10	3500	0,52	305	20	6	5	15	10
11	3250	0,30	85	6	6	4	4	10
12	3000	0,52	170	75	6	16	22	15
13	2500	0,40	170	32	5	4	12	10
14	2500	0,38	240	16	3	2	6	25
15	4000	0,38	215	10	4	4	11	5
16	3500	0,75	420	8	9	8	10	10
17	2750	0,68	385	10	10	9	6	0
18	3000	0,74	420	17	9	8	5	0
19	3000	0,38	285	41	8	5	32	0
20	3750	0,54	360	21	6	5	24	0
21	3250	0,48	300	23	7	6	16	0
22	3000	0,46	295	6	11	7	20	0
23	1500	0,24	195	55	4	3	11	10
24	2500	0,34	250	24	4	3	16	5
Ø	2980	0,50	291	21,4	6,3	5,4	13,7	16,9

Die gleichen Messungen wurden bei den toten Schafslämmern durchgeführt. 7 Einzelmessungen ergaben einen

Mittelwert von 245,0 mm Hg, das sind 51,19% des theoretisch errechneten Wertes. Bilden wir auch hier Mittelwerte zu verschiedenen Vakuen, so erhalten wir z.B. für 0,55 kg/cm² 125 mm Hg = 30%, für 0,73 kg/cm² 405 mm Hg = 73%. (Abb. 2 und Tab. 3).

Tab. 3 Druckmessung in der Galea direkt unter der Glocke bei toten Schafslämmern

Nr.	Gew. g	Max. Vakuum kg/cm ²	Max. Unter- druck mm Hg	Zeit in Sek. bis				Druckän- derg.in ds.Zeit mm Hg
				Max. Unter- druck err.	Glocke abfällt	Unter- druck ausge- glichen.	Ausschl. d.Vak.Pum- pe n.max. Unterdruck	
1	2500	0,6	140	15	-	-	-	-
2	2000	0,6	85	4	6	5	26	10
3	3000	0,8	350	15	9	28	14	0
4	3500	0,6	185	10	6	6	16	0
5	2500	0,4	90	14	6	4	12	0
6	3000	0,7	410	16	5	5	3	0
7	3000	0,7	455	15	7	6	7	0
Ø	2780	0,63	245	12,7	6,5	6,0	13,0	1,7

Wir sehen also, daß wir bei den lebenden und toten Lämmern höhere Werte erhalten als bei den toten menschlichen Neugeborenen. Die Messungen bei den lebenden und toten Lämmern stimmen aber erst bei den höheren Vakuumwerten überein, in den unteren Bereichen sind die Unterdrucke bei den toten Lämmern wesentlich geringer, so daß der Schluß naheliegt, daß auch bei den lebenden Kindern der Unterdruck besonders in den unteren Vakuumbereichen steiler ansteigen wird, als wir es bei unseren Versuchen an toten Neugeborenen ermitteln konnten. Weiterhin ist aus diesen Ergebnissen zu schließen, daß die Unterdruckfortpflanzung umso stärker ist, je dünner die Galea ist, daß also bei menschlichen Frühgeburten mit stärkerem Unterdruck in der Galea zu rechnen ist.

Bei den toten Lämmern konnte immer in kürzerer Zeit ein höheres Vakuum in der Glocke hergestellt werden, als bei den lebenden Tieren. Diese Tatsache führen wir auf das schlaffere Gewebe der

Kopfhaut des toten Tieres zurück. Wir glauben, daß sich aus diesem Grunde auch nicht sofort ein so hoher Unterdruck in der Galea ausbildet, da zunächst noch genügend Kopfhaut zur Verfügung steht. Aufgrund der fehlenden Elastizität des toten Gewebes steigt der Unterdruck an einem bestimmten Punkt dann aber steiler an.

Die Schwierigkeit, bei den lebenden Lämmern immer ein genügend hohes Vakuum herzustellen, lag daran, daß durch die dichte Behaarung des Kopfes die zur Herstellung des Vakuums notwendige Feuchtigkeit der Galea nicht dauernd aufrechterhalten werden konnte, da außerdem durch die Körperwärme des Tieres die angefeuchtete Galea sehr schnell trocken wurde. Das zeigt sich auch daran, daß die Zeiten bis zur Erreichung des maximalen Unterdruckes bei den toten Lämmern und auch bei den menschlichen Neugeborenen wesentlich kürzer als bei den lebenden Lämmern sind.

Am wenigsten Zeit zur Erreichung des maximalen Unterdruckes benötigten wir bei den toten Lämmern (12,7 Sekunden durchschnittlich; siehe Tab. 3). Bei den toten menschlichen Neugeborenen dauerte es im Durchschnitt 17,4 Sekunden (Tab. 1), und bei den lebenden Tieren 21,4 Sekunden (Tab. 2). Die unterschiedliche Elastizität spielt offensichtlich auch hier eine Rolle.

Nach Erreichen des maximalen Unterdruckes in der Galea wurde bei den lebenden Tieren durchschnittlich 13,7 (Tab. 2), bei den toten Lämmern 13,0 (Tab. 3) und bei den toten menschlichen Neugeborenen 18,6 Sekunden gewartet (Tab. 1), bis das Vakuum durch Ausschalten der Pumpe aufgehoben wurde. In dieser Zeit machte sich eine geringe Druckänderung bemerkbar, und zwar nahm der Unterdruck ab. Bei den lebenden Lämmern verminderte sich der Unterdruck um 16,87 mm Hg = 5,69% des maximalen Unterdruckes. Bei den toten Lämmern betrug die Druckänderung lediglich 1,67 mm Hg = 0,68%. Diese Unterschiede sprechen auch hier für eine Beeinflussung der Höhe des Druckausgleichs durch die Elastizität und Plastizität des Gewebes. Das lebende Gewebe hat die Möglichkeit, sich den augenblicklichen Zuständen besser anpassen zu können. Bei den menschlichen Neugeborenen betrug die Druckminderung 18,57 mm Hg = 7,45% (Tab. 1, 2 und 3).

Übertragen wir dieses Ergebnis auf die lebenden Kinder, so können wir bei diesen einen wesentlich höheren Druckabfall in der Galea erwarten, ähnlich wie es bei den lebenden und toten Lämmern ist. Allerdings dürfte der Zeitfaktor auch eine gewisse Rolle spielen.

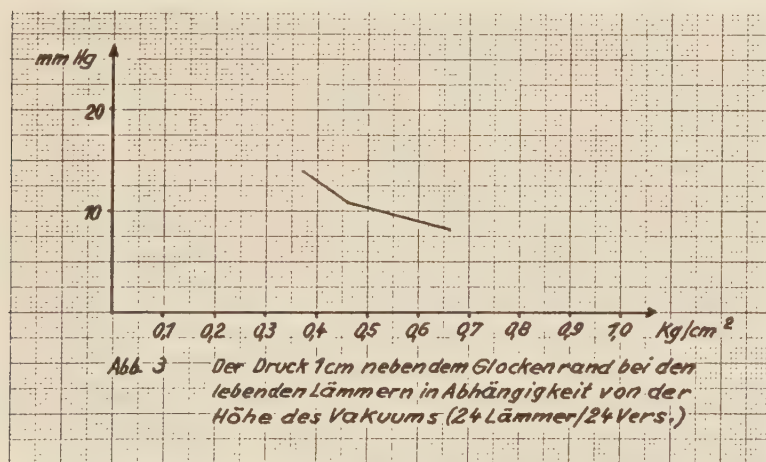
Als weitere Beobachtung ist noch anzugeben, wie lange es dauerte, bis die Glocke nach dem Abschalten der Vakuumpumpe vom Kopf abfiel. Hierfür wurden durchschnittlich folgende Zeiten benötigt: für lebende Lämmer 6,29, für tote Lämmer 6,5 und für tote menschliche Neugeborene 8,9 Sekunden (Tab. 1, 2 und 3). Dabei stellten wir fest, daß sich der Unterdruck schneller ausgleicht als die Glocke abfällt. Das läßt sich wahrscheinlich dadurch erklären, daß die sich ausbildende Sauggeschwulst der Glocke einen gewissen Halt auch nach Beendigung des Vakuums bietet. Die Zeitunterschiede sind aber unerheblich. Der Unterdruck war nach 5,4, 6, und 7,3 Sekunden bei den lebenden und toten Lämmern und menschlichen Neugeborenen ausgeglichen (Tab. 1, 2 und 3). Zu Druckschwankungen kam es dabei nicht; es ist daher auch nicht nötig, das Vakuum stufenweise zu reduzieren, wie es bei der Erzeugung des Vakuums empfohlen wird.

Am Schluß unserer Druckmessungen in der Galea direkt unter der Saugglocke wurden noch einige Messungen vorgenommen, bei denen an der Saugglocke ein Zug ausgeübt wurde; dabei kam es zu einer weiteren Unterdrucksteigerung, und zwar durchschnittlich um 66 mm Hg. Diese Messungen wurden nur an toten menschlichen Neugeborenen gemacht. Der höchste Einzelwert betrug 165 mm Hg, der kleinste 30 mm Hg. Schalteten wir die Vakuumpumpe unmittelbar vorher ab, so war der durchschnittliche Wert noch um 9 mm Hg größer. Die weitere Unterdrucksteigerung durch den Zug an der Glocke beträgt also 75 mm Hg. Ob dies ein rein zufälliges Ergebnis ist und durch die geringe Anzahl von nur 5 Versuchen zu erklären ist, läßt sich mit Sicherheit nicht sagen. Soviel kann aber empfohlen werden, die Glocke auch nach der Extraktion nicht abzureißen, da der Unterdruck dadurch weiter ansteigt (Tab. 4).

Beim Ablösen des Schlauches von der Vakuumflasche ohne Zug an der Glocke machen sich keine weiteren Unterdrucksteigerungen bemerkbar. Die Glocke fällt sofort ab, und der Druck gleicht sich ebenfalls innerhalb einer Sekunde aus.

Tab. 4 Druckmessung in der Galea direkt unter der Glocke bei toten menschlichen Neugeborenen bei Zug an der Glocke

Nr.	Gew. g	Max. Vakuum kg/cm ²	Zug bei laufen- der Vakuumpumpe		Vakuumpumpe unmittelbar v.d.Zug abgeschaltet	
			Max. Un- terdruck mm Hg	Druckan- stieg dch. Zug an der Glocke mm Hg	Max.Un- terdruck mm Hg	Druckan- stieg dch. Zug an der Glocke mm Hg
1	3250	0,8	320	55	280	0
		0,8	235	35	315	15
		0,8	355	45	340	20
2	2500	0,8	180	165	140	180
		0,8	75	30	120	160
Ø	2875	0,8	233	66	239	75



Druckmessung in der Galea 1 cm neben dem Saugglockenrand

Während wir bei der Druckmessung in der Galea direkt unter der Glocke negative Drucke registrierten, ergaben unsere Messungen bei einem Abstand von 1 cm vom Glockenrand entfernt positive Drucke. Eine Abhängigkeit vom Vakuum ließ sich nur bei den lebenden Lämmern ermitteln, und zwar ergab

sich bei niedrigerem Vakuum ein höherer positiver Druck als bei höherem Vakuum (Abb. 3). Dabei wurde bei den lebenden Lämmern im Mittel ein positiver Druck von 10,6 mm Hg registriert. Das durchschnittliche Vakuum bei diesen Versuchen betrug 0,51 kg/cm². Die positive Drucksteigerung 1 cm neben dem Saugglockenrand beträgt bei einem Vakuum von 0,37 kg/cm² im Durchschnitt 14 mm Hg, bei 0,46 kg/cm² 10,96 mm Hg und bei 0,66 kg/cm² 8,85 mm Hg (Tab.5).

Tab. 5 Druckmessung in der Galea 1 cm neben der Glocke bei lebenden Schafslämmern

Nr.	Gew. g	Max. Vakuum kg/cm ²	Max. Druck mm Hg	Zeit in Sek. bis			Druckän- d. in ds. Zeit mm Hg
				Max. Druck err.	Ausschalt. d. Vak. Pumpe n. max. Druck	Druck ausge- glich.	
1	3000	0,46	8	12	25	5	1
2	2500	0,34	27	30	30	3	4
3	2750	0,50	14	21	28	5	6
4	3000	0,50	8	30	10	4	1,5
5	3500	0,50	13	21	4	7	0
6	3250	0,70	7	26	4	11	0
7	2500	0,40	8	31	4	7	0,5
8	3000	0,70	8	19	3	10	0
9	3000	0,60	9	15	4	7	0
10	3500	0,48	4,5	17	14	4	3,5
11	3250	0,40	14	30	4	3	0
12	3000	0,44	11,5	21	8	8	0
13	2500	0,64	9	27	5	2	1
14	2500	0,38	8	20	3	4	0
15	4000	0,38	7	14	11	3	1
16	3500	0,64	11	20	6	8	0
17	2750	0,68	7	15	12	10	0
18	3000	0,50	12	15	11	5	0
19	3000	0,46	18	5	70	6	10
20	3750	0,68	11	8	41	4	2
21	3250	0,42	8	3	52	9	1
22	3000	0,40	9	3	49	6	1
23	1500	0,50	17	5	19	5	5
24	2500	0,48	8,5	13	16	5	1,5
Ø	2980	0,51	10,6	17,5	18	5,9	1,66

Bei den toten Lämmern betrug die Druckerhöhung 8,57 mm Hg und bei den menschlichen Neugeborenen 17,44 mm Hg. Diese Werte entsprachen einem Vakuum von 0,56 kg/cm² bzw. 0,8 kg/cm² (Tab. 6 und 7).

Tab. 6 Druckmessung in der Galea 1 cm neben der Glocke bei toten Schafslämmern

Nr.	Gew. g	Max. Vakuum kg/cm ²	Max. Druck mm Hg	Zeit in Sek. bis			Druckän- derg. in ds. Zeit mm Hg
				Max. Druck err.	Ausschalt. d.Vak.Pumpe n.max.Druck	Druck ausge- glichen	
1	2500	0,5	10	15	28	4	0
2	2000	0,6	2	6	31	11	1
3	3000	0,6	5	5	24	10	2
4	3500	0,6	9	14	8	8	0
5	2500	0,4	7	26	8	4	2
6	3000	0,6	13,5	23	3	4	0
7	3000	0,62	13,5	20	31	31	9,5
Ø	2780	0,56	8,57	15,6	19	10,3	2,07

Tab. 7 Druckmessung in der Galea 1 cm neben der Glocke bei toten menschlichen Neugeborenen

Nr.	Gew. g	Max. Vakuum kg/cm ²	Max. Druck mm Hg	Zeit in Sek. bis			Druckän- derg. in ds. Zeit mm Hg
				Max. Druck err.	Ausschalt. d.Vak.Pumpe n.max.Druck	Druck ausge- glichen	
1	1280	0,8	16,5	35	21	31	0,5
2	1690	0,8	28	3	38	26	11
3	2560	0,8	-1,5	10	21	12	0,5
4	3350	0,8	11	26	30	10	0
5	1480	0,8	30	13	17	11	5
6	1830	0,8	31	12	38	5	19
7	1570	0,8	25	27	3	16	0
8	4000	0,8	10	-	-	-	-
9	3635	0,8	7	-	-	-	-
Ø	2377	0,8	17,4	18	24	15,9	4,5

Eine weitere Abhängigkeit der Druckerhöhung in der Galea vom Gewicht ließ sich bei Gewichtsvergleichen der Versuchsobjekte sowohl bei den lebenden Lämmern als auch den menschlichen Neugeborenen feststellen. Je größer das Gewicht war, umso niedriger war die Druckerhöhung. Die Mittelwerte sind folgende:

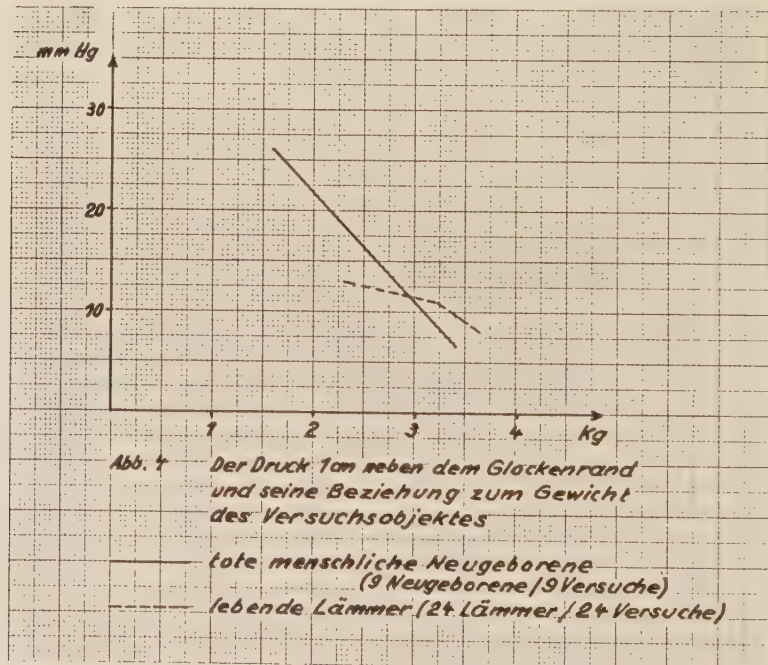
lebende Schafslämmer

2,3 kg	-	12,9 mm Hg	-	0,46 kg/cm ²
3,2 kg	-	11,2 mm Hg	-	0,52 kg/cm ²
3,65 kg	-	8,0 mm Hg	-	0,54 kg/cm ²

tote menschliche Neugeborene

1,57 kg	-	26,1 mm Hg	-	0,8 kg/cm ²
3,385 kg	-	6,5 mm Hg	-	0,8 kg/cm ²

(siehe auch Abb. 4)



Die Zeit, die bis zur größten Drucksteigerung benötigt wurde, beträgt bei den lebenden Lämmern 17,5, bei den toten Lämmern 15,6 und bei den toten menschlichen Neugeborenen 18 Sekunden (Tab. 5, 6 und 7). Auch hier wurde bei den toten Lämmern die

kürzeste Zeit registriert, obwohl der Unterschied zu den anderen Versuchsobjekten sehr gering ist.

Vom Erreichen des maximalen Druckes bis zum Ausschalten der Vakuumpumpe vergingen bei den lebenden Lämmern 18, bei den toten Lämmern 19 und bei den menschlichen Neugeborenen 24 Sekunden durchschnittlich. Auch hier gleicht sich der Druck in dieser Zeit etwas aus. Dabei wurden bei den lebenden Lämmern 1,66 mm Hg = 15,66%, bei den toten Lämmern 2,07 mm Hg = 23,95% und bei den menschlichen Neugeborenen 4,5 mm Hg = 25,8% Druckabnahme vom maximalen Druck gemessen (Tab. 5, 6 und 7). Hier ist also der Druckausgleich bei den toten Lämmern wesentlich größer als bei den lebenden Lämmern. Beachten wir die Zeit bei den menschlichen Neugeborenen und toten Lämmern, so ergibt sich etwa der gleiche Wert. Aus der gleichen Druckabnahme bei toten Lämmern und toten menschlichen Neugeborenen von etwa 25% des maximalen Druckes und der wesentlich geringeren Druckabnahme bei den lebenden Lämmern läßt sich schließen, daß auch bei den lebend geborenen Kindern der Druckabfall 1 cm neben dem Glockenrand geringer sein wird, als wir ihn jetzt bei den toten Neugeborenen messen konnten.

Nach dem Abschalten der Vakuumpumpe hat sich der Druck bei den lebenden Lämmern am schnellsten wieder ausgeglichen, nämlich in 5,9 Sekunden, während es bei den toten Lämmern 10,3 und den menschlichen Neugeborenen 15,9 Sekunden dauerte (Tab. 5, 6 und 7). Auch aus diesen letzten Werten geht hervor, daß sich der Druck im lebenden Gewebe viel schneller ausgleicht als bei den toten Versuchsobjekten, und zwar aufgrund der größeren Elastizität, so daß wir diese Reaktion auch bei den lebenden Kindern erwarten können.

Druckmessung in der Galea 2 cm neben dem Saugglockenrand

2 cm neben der Glocke finden sich wesentlich geringere Drucke, z.T. sogar negative Drucke, im Durchschnitt jedoch immer noch positive Werte. Bei den lebenden Lämmern wurden 0,86 mm Hg, bei den toten Lämmern 0,75 mm Hg und bei den menschlichen Neugeborenen 3,83 mm Hg registriert (Tab. 8, 9 und 10). Eine Abhängigkeit vom Gewicht oder Vakuum konnte hier nicht festgestellt werden. Bei den toten Lämmern und menschlichen Neugeborenen wurden keine negativen Drucke gemessen. Der tiefste nega-

tive Druck bei den lebenden Lämmern betrug -4,5 mm Hg. Je näher man also an der Glocke mißt, um so höher werden die Drucke. Wahrscheinlich besteht auch eine Abhängigkeit von der Größe des Kopfes, da, wie wir noch zeigen werden, bei den menschlichen Neugeborenen keine negativen Werte gemessen wurden.

Tab. 8 Druckmessung in der Galea 2 cm neben der Glocke bei toten Schafslämmern

Nr.	Gew. g	Max. Vakuum kg/cm ²	Max. Druck mm Hg	Zeit in Sek. bis			Druckän- derg. in ds. Zeit mm Hg
				Max. Druck err.	Ausschalt. d. Vak. Pumpe n. max. Druck	Druck ausge- glichen	
1	2000	0,5	0	0	0	0	0
2	3000	0,6	0	0	0	0	0
3	3500	0,6	2	19	7	9	0
4	2500	0,4	1	10	15	8	0,5
5	3000	0,4	1	15	6	4	0
6	3000	0,5	0,5	5	21	7	0
Ø	2830	0,5	0,75	8,2	8,2	4,7	0,08

Tab. 9 Druckmessung in der Galea 2 cm neben der Glocke bei toten menschlichen Neugeborenen

Nr.	Gew. g	Max. Vakuum kg/cm ²	Max. Druck mm Hg	Zeit in Sek. bis			Druckän- derg. in ds. Zeit mm Hg
				Max. Druck err.	Ausschalt. d. Vak. Pumpe n. max. Druck	Druck ausge- glichen	
1	1280	0,8	0	0	0	0	0
2	1690	0,8	8	8	29	14	3
3	2560	0,8	0	0	0	0	0
4	3350	0,8	2	34	6	12	0
5	1480	0,8	0	0	0	0	0
6	1830	0,8	-5	28	33	18	0
7	1570	0,8	21	19	2	15	0
8	4000	0,8	5	-	-	-	-
9	3635	0,8	3,5	-	-	-	-
Ø	2377	0,8	3,83	12,7	10	8,4	0,43

Tab. 10 Druckmessung in der Galea 2 cm neben der Glocke bei lebenden Schafslämmern

Nr.	Gew. g	Max. Vakuum kg/cm ²	Max. Druck mm Hg	Zeit in Sek. bis			Druckän- derg. in ds. Zeit mm Hg
				Max. Druck err.	Ausschalt. d. Vak. Pumpe n. max. Druck	Druck ausge- glichen	
1	3000	0,44	2,5	8	15	3	0,5
2	2500	0,36	0	0	0	0	0
3	2750	0,70	2	19	8	20	0,5
4	3000	0,50	3	22	4	4	0
5	3500	0,50	2	14	13	6	0,5
6	3250	0,60	2	13	10	7	0
7	2500	0,40	-2	8	13	5	1
8	3000	0,70	-4,5	24	3	6	0
9	3000	0,60	4	3	18	7	1
10	3500	0,48	-2	4	15	0	2
11	3250	0,30	1	30	3	3	0
12	3000	0,33	1	20	3	4	0
13	2500	0,62	3	27	4	10	0
14	2500	-	-	-	-	-	-
15	4000	0,34	1	14	8	4	0,5
16	3500	0,56	1	4	24	7	0
17	2750	0,64	-1	2	37	9	0,5
18	3000	0,50	2	5	18	6	0
19	3000	0,38	-1	10	35	6	0,5
20	3750	0,68	3	6	37	5	1
21	3250	0,30	0	0	0	0	0
22	3000	0,50	1	16	21	6	0
23	2500	0,30	1	5	25	5	0
Ø	3040	0,49	0,86	11,5	14,3	5,6	0,36

Die Zeit, bis sich der maximale Druck 2 cm neben dem Glockenrand ausbildete, betrug bei den lebenden Lämmern 11,5, bei den toten Lämmern 8,2 und bei den toten menschlichen Neugeborenen 12,7 Sekunden. Wir sehen, daß sich der maximale Druck viel schneller einstellt als bei 1 cm neben dem Glockenrand. Das Vakuum blieb im Durchschnitt bei lebenden Lämmern 14,3 Sekunden erhalten, bevor die Vakuumpumpe abgeschaltet wurde. In dieser

Zeit nahm der Druck um 0,36 mm Hg = 41,8% des Wertes ab. Bei den toten Lämmern war die Druckabnahme wesentlich geringer, nämlich nur 0,08 mm Hg = 10,66% des maximalen Druckes, das Vakuum bestand nur 8,2 Sekunden. Bei den menschlichen Neugeborenen betrug die Druckabnahme 0,43 mm Hg = 11,22% bei einer Dauer des Vakuums von 10 Sekunden. Trotz der längeren Einwirkungsdauer des Vakuums ist aber der Druckabfall bei den lebenden Lämmern am größten (Tab. 8, 9 und 10).

Diese Feststellung auf die lebenden Kinder übertragen bedeutet, daß sich der Druck 2 cm neben dem Glockenrand auch sehr schnell ausgleicht.

Druckmessung 3, 4 und 5 cm neben dem Saugglockenrand

Bei den lebenden und toten Lämmern konnten weitere Messungen in der Galea nicht vorgenommen werden, da ihre Köpfe zu klein sind. Die Druckmessungen 3, 4 und 5 cm neben dem Glockenrand wurden also nur bei den toten menschlichen Neugeborenen gemacht. Dabei zeigte sich, daß der Druck zur Peripherie weiterhin abnimmt und auch der Druckausgleich während des Bestehens des Vakuums geringer wird. Die Einzelwerte geben wir tabellarisch wieder, da sie einer besonderen Besprechung nicht mehr bedürfen (Tab. 11).

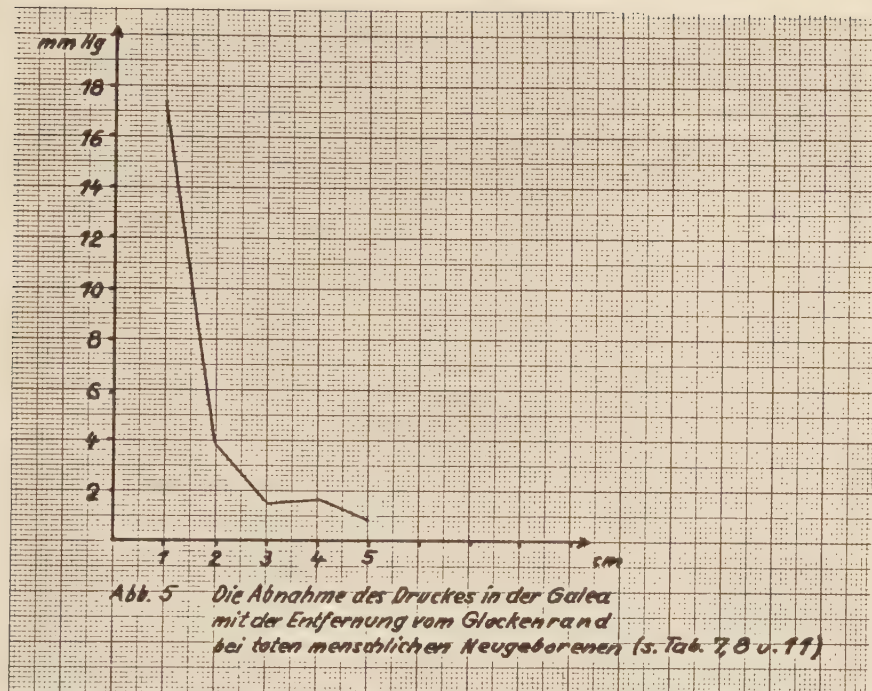
Tab. 11 Druckmessung in der Galea 3, 4 und 5 cm neben der Glocke bei toten menschlichen Neugeborenen

cm vom Glockenrand	Max. Druck mm Hg	Zeit bis max. Druck erreicht Sek.	Druckausgl. bis Ausschalt. d. Vak. Pumpe mm Hg	Zeit in Sek. bis	
				Ausschalt. der Vak. Pumpe	Druckausgl. nach Abschalt. d. Vak. Pumpe
3	1,5	7,86	0,14	13,28	7,14
4	1,67	8,75	0,13	10,0	7,0
5	0,88	16,0	0	12,3	7,0

Abb. 5 zeigt deutlich die großen Druckunterschiede, die sich bei Messungen von 1, 2, 3, 4 und 5 cm neben dem Saugglockenrand bei den toten menschlichen Neugeborenen ergeben.

b) Druckmessung im Sinus sagittalis

Die Druckmessung im Sinus sagittalis wurde bei den lebenden Lämmern blutig vorgenommen. Bei einigen Lämmern



registrierten wir zu Beginn der Versuche den Blutdruck im Sinus sagittalis. Der Mittelwert betrug 1,25 mm Hg (Tab. 12). (Nach Literaturangaben betragen die Drucke in der Vena jugularis sin. -0,1 mm Hg, in der Vena jugularis dextra +0,2 mm Hg, in der Vena brachialis +4,1 mm Hg und in der Vena femoralis 11,4 mm Hg (56, 88)). Wir glauben, daß wir bei im folgenden festgestellten Druckschwankungen diesen Wert zu berücksichtigen haben. Der Druckverlauf bei den Lämmern und menschlichen Neugeborenen ist verschieden. Wir wollen zuerst auf die bei den Lämmern ermittelten Werte eingehen.

Das Ansetzen der Saugglocke und das Festdrücken am knöchernen Schädel verursachte bei den Lämmern eine geringe Drucksteigerung. Bei den lebenden Lämmern wurde dieser Druck aus 24 Einzelwerten ermittelt und beträgt 1,13 mm Hg. Bei den **t o t e n** **L ä m m e r n** wurden 6 Einzelmessungen vorgenommen; die Drucksteigerung betrug hier nur 0,75 mm Hg. An diese Drucksteigerung durch das Andrücken der Glocke schließt sich noch eine kurz an-

dauernde Druckerhöhung an, die bei den lebenden Lämmern 1,02 mm Hg, bei den toten Lämmern 1,83 mm Hg betrug. Unmittelbar darauf fiel der Druck wieder ab. Dabei stellten wir fest, daß der Druck auch unter den eigentlichen Sinusdruck absinken kann. Der Druckabfall betrug bei den lebenden Lämmern im Durchschnitt 2,41 mm Hg und bei den toten Lämmern 1,83 mm Hg (Tab. 12 und 13). Man könnte, betrachtet man die Werte der lebenden Lämmer nur allein, geneigt sein anzunehmen, daß die Drucksteigerung und der Druckabfall eine Steigerung bzw. ein Abfall des Blutdruckes des Tieres ist. Wahrscheinlich spielen jedoch auch die mechanischen Faktoren, wie Vakuum und Elastizität des Schädels, eine wichtige Rolle, da der gleiche Druckablauf auch bei den toten Lämmern festgestellt wurde. Die Drucksteigerung beim Anlegen der Glocke erfolgt bei laufender Vakuumpumpe. Die größere Drucksteigerung beim Sinus gegenüber dem Gehirn, wie wir noch sehen werden, erklären wir uns damit, daß der Meßpunkt, d.h. der Sitz der Kanüle, beim Sinus näher an der Saugglocke liegt als bei der Druckmessung im Gehirn. Die nach dem Anlegen der Glocke noch auftretende Drucksteigerung kommt wahrscheinlich durch ein Zusammenziehen der Schädelknochen zustande, da die Galea zu einem beträchtlichen Teil in die Glocke gesaugt wird. Der Druckabfall wird mit der Fortpflanzung des Vakuums auf das darunter gelegene Gewebe zu erklären sein. Gleichzeitig - und besonders zu Anfang des Überdruckes - fließt ein Teil des Blutes bzw. Liquors aus dem Überdruckgebiet in die Nachbarschaft ab, und es kommt hierdurch zum Druckabfall. Im weiteren Verlauf muß sich dieser geringe Unterdruck wieder ausgleichen. Bei den lebenden Lämmern zeigt sich bei der weiteren Druckregistrierung 10 - 14 Sekunden nach der Vakuumeinwirkung, daß sich der Unterdruck wieder ausgeglichen hat. Es bildete sich dann ein ganz geringer Überdruck von 0,02 mm Hg. Bei den toten Lämmern ist auch hier der Druckausgleich eingetreten; auch kurz vor dem Abschalten der Vakuumpumpe nach etwa 25 Sekunden findet sich im Gegensatz zu den lebenden Lämmern keine weitere Drucksteigerung. Bei den lebenden Lämmern stieg der Druck kurz vor dem Abschalten der Vakuumpumpe von 0,02 auf 0,04 mm Hg an (Tab. 12 und 13).

In einigen Fällen wurde sofort nach dem Ausschalten der Vakuumpumpe ein schlürfendes Geräusch in der Glocke bemerkt, was mit

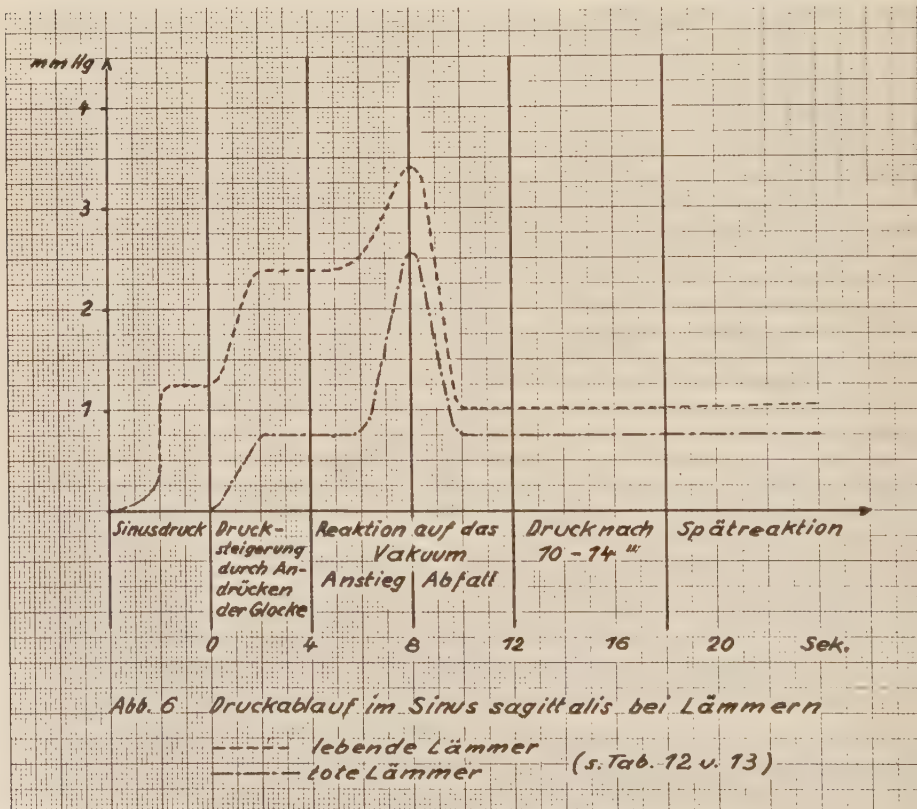
Tab. 12 Druckmessung im Sinus sagittalis
bei lebenden Schafslämmern

Nr.	Vakuum kg/cm ²	Sinus- druck mm Hg	Druckstei- gerg.b.Ansq. der Glocke mm Hg	Druckänderung auf das Vakuum in mm Hg			
				positiv	negativ	10-14 Sek. danach	mehr als 14 Sek.sp.
1	0,46	4	6	3	6,5	-5	-5,5
2	0,36	2	2	3	2	-3	-3
3	0,20	-	1,5	0,5	1	+1	0
4	0,40	-	4,5	1,5	7	+1	-
5	0,40	-	2,5	7,5	8	-2,5	-3
6	0,70	-	0,5	0,5	2	+0,5	-0,5
7	0,50	-	0,5	0,5	2,5	+1,5	0
8	0,20	-	1,5	0	0,5	0	0
9	0,75	-	1	0	1	0	+1
10	0,38	-	1	1	4	+2	+2
11	0,56	-	1,5	1,5	2	-3	-2
12	0,40	-	1	1	2	0	+0,5
13	0,62	-	0	0	0	-0,5	-0,5
14	0,40	-	0	1,5	3	+0,5	+0,5
15	0,52	-	0	0	0	0	0
16	0,70	-	0	0	2	-1,5	-1,5
17	0,72	-	1	0	1	-1	-1
18	0,70	-	0	0	4	+5	+7
19	0,32	1	0	0	0	-0,5	-0,5
20	0,74	1	0	3	5	+5,5	+6
21	0,40	1	0,5	0	0	-0,5	-0,5
22	0,36	1	1	0	1	0	0
23	0,50	0	0	0	1,5	+0,5	+1
24	0,30	0	0	0	2	+0,5	+1
Ø	0,48	1,25	1,13	1,02	2,41	+0,02	+0,04

einem schnellen Druckausgleich im System zu erklären ist. Bei der Druckregistrierung traten dabei positive Druckerhöhungen von etwa 4 Sekunden Dauer auf. Der Druck stieg hier kurzfristig um 8 mm Hg an. Bei den toten Lämmern dauerte der Druckerhöhung 2,5 Sekunden und betrug nur 3 mm Hg. Eine graphische Darstellung soll den Druckablauf im Sinus sagittalis schematisch darstellen (Abb. 6).

Tab. 13 Druckmessung im Sinus sagittalis bei toten Schafslämmern

Nr.	Vakuum kg/cm ²	Drucksteigerg. beim Ansaugen der Glocke mm Hg	Druckänderung auf das Vakuum in mm Hg			
			positiv	negativ	10-14 Sek. danach	mehr als 14 Sek. später
1	0,60	1,5	3	3	-1,5	-1,5
2	0,60	0	0	0,5	0	+0,5
3	0,75	1,5	3	0	-3	-3,5
4	0,75	1,5	2	3	-2,5	-2
5	0,66	0	1,5	0	0	0
6	0,68	0	1,5	4,5	+7	+6,5
$\bar{\phi}$	0,67	0,75	1,83	1,83	0	0



Bei den toten menschlichen Neugeborenen haben wir einen ganz anderen Druckablauf als bei den Lämmern, was darauf zurückzuführen ist, daß die Schädelknochen noch nicht fest miteinander verbunden sind. Zuhächst finden wir auch hier eine Drucksteigerung durch das Festdrücken der Glocke am Kopf. Es wurden insgesamt 21 Einzelmessungen durchgeführt. Dabei ergibt sich beim Andrücken der Glocke auf der großen Fontanelle ein momentaner Druckanstieg von 11,3 mm Hg, auf der kleinen Fontanelle von 6,58 mm Hg und auf dem Os parietale von 7,75 mm Hg, also keine eindeutige Abhängigkeit vom Sitz der Saugglocke. Erst nach 34,7 Sekunden konnten wir beim Sitz der Glocke über der großen Fontanelle bei einem Vakuum von 0,8 kg/cm² einen Druck von 9,57 mm Hg registrieren, der sich dann nicht mehr erhöhte. Wurde die Glocke über der kleinen Fontanelle oder dem Os parietale angesaugt, so war der maximale Druck schon nach 16,5 Sekunden erreicht und betrug bei der kleinen Fontanelle 6,28 mm Hg, bei dem Os parietale 4,71 mm Hg. Es zeigt sich bei dem Ansaugen der Glocke über dem Os parietale eine wesentlich geringere Drucksteigerung im Sinus sagittalis als beim Sitz der Glocke über der großen Fontanelle. Nach Ausbildung des maximalen Druckes im Sinus sagittalis ließen wir das Vakuum beim Sitz der Glocke über der großen Fontanelle nur noch 9,5 Sekunden bestehen. In dieser Zeit ging der Druck um 1 mm Hg = 10,4% der erfolgten Drucksteigerung zurück. Beim Sitz der Glocke über der kleinen Fontanelle bestand das Vakuum noch 26,5 Sekunden, die Druckabnahme betrug dabei 2 mm Hg = 32,4%. Über dem Os parietale ließen wir das Vakuum noch 20,3 Sekunden einwirken, dabei verminderte sich der Druck um 1,08 mm Hg = 22,9%. War das maximale Vakuum in der Glocke erreicht, ließen wir es so lange bestehen, bis wir an unserem Meßgerät, das uns den jeweils in Galea, Sinus oder Gehirn gemessenen Druck anzeigte, mit bloßem Auge keine weitere Druckänderung mehr feststellen konnten. Der Druck nahm am meisten ab, wenn die Glocke über der kleinen Fontanelle saß; jedoch, wenn wir die kürzere Zeit des bestehenden Vakuums berücksichtigen, so war die Druckabnahme beim Sitz der Glocke über der großen Fontanelle am größten und über dem Os parietale am geringsten.

Nach dem Abschalten der Vakuumpumpe hat sich der Druck in 11,3, 8,1 und 8,7 Sekunden beim Sitz der Glocke über der großen und

Tab. 14 Druckmessung im Sinus sagittalis
bei toten menschlichen Neugeborenen

Nr.	Druck b. An- leg. d. Glocke mm Hg	Max. Druck mm Hg	Zeit in Sek. bis			Druckän- derg. in ds. Zeit mm Hg
			Max. Druck err.	Ausschalt. d. Vak. Pumpe n. max. Druck	Druck ausge- glichen	
<u>Glocke über der großen Fontanelle angesaugt</u>						
1	13,5	12,0	50	6	23	2
2	6,5	6,0	7	27	5	1,5
3	0	6,5	31	4	10	0
4	10,0	3,5	39	2	13	0
5	28,0	11,5	46	15	12	2,5
6	10,0	15,0	35	3	5	0
7	-	12,5	-	-	-	-
Ø	11,3	9,57	34,7	9,5	11,3	1

Glocke über der kleinen Fontanelle angesaugt

1	8,5	3,5	16	17	8	0
2	3,5	7,0	15	30	4	3
3	0	1,5	5	34	17	0
4	1,0	0,5	10	32	7	0
5	26,5	17,5	16	32	5	9
6	0	10,0	37	14	8	0
7	-	4,0	-	-	-	-
Ø	6,58	6,28	16,5	26,5	8,1	2

Glocke über dem Os parietale angesaugt

1	6,0	1,5	10	24	4	0
2	11,0	8,0	42	2	16	0
3	0	0,5	3	28	9	0
4	7,0	-2,0	3	31	10	2
5	6,0	18,5	14	35	4	4,5
6	16,5	5,0	27	2	5	0
7	-	1,5	-	-	-	-
Ø	7,75	4,71	16,5	20,3	8,7	1,08

kleinen Fontanelle und dem Os parietale ausgeglichen. Der geringe

Zeitunterschied bei dem Druckausgleich nach dem Abschalten der Vakuumpumpe erklärt sich durch die Druckunterschiede (Tab. 14).

Das gleiche schlürfende Geräusch wie bei den Lämmern stellten wir auch bei den menschlichen Neugeborenen fest, als wir die Vakuumpumpe ausschalteten. Dabei registrierten wir beim Sitz der Saugglocke über der großen Fontanelle einen negativen Druck von 4,2 mm Hg, der sich innerhalb von 6 Sekunden wieder ausgeglichen hatte. Bei dem Sitz der Glocke über der kleinen Fontanelle war nur einmal ein hoher positiver Druck von 22 mm Hg zu registrieren, der jedoch nach 3 Sekunden wieder ausgeglichen war. Beim Sitz der Glocke über dem Os parietale betrug der Druckanstieg nur 2 mm Hg, war aber nur während einer Sekunde zu registrieren.

Die unterschiedlichen Druckwerte von positivem bzw. negativem Druck führen wir darauf zurück, daß

1. die Schädelknochen durch das p l ö t z l i c h e Nachlassen des Vakuums auseinanderweichen und sich dadurch ein Unterdruck ausbildet;
2. die Galea und das inzwischen angesammelte Ödem auf den Kopf zurückgeht (von dem sie vorher abgesaugt worden war) und dadurch ein Überdruck entsteht.

Von Fall zu Fall und evtl. je nach Glockensitz überwiegt der Über- bzw. Unterdruck.

c) Druckmessung im Gehirn

1. Druckmessung im Gehirn nur beim Ansaugen der Glocke

Die Messungen im Gehirn wurden alle mit einer Ballonkanüle vorgenommen. Bei 5 lebenden Schafen wurde der normale Hirndruck, im Mittel 1,1 mm Hg, also etwas weniger als im Sinus, gemessen, bevor mit den eigentlichen Versuchen begonnen wurde. Der Druckablauf im Gehirn ist mit dem im Sinus sagittalis zu vergleichen. Durch das Festdrücken der Saugglocke entsteht bei den l e b e n d e n L ä m m e r n eine Drucksteigerung von 0,26 mm Hg, bei den t o t e n L ä m m e r n eine solche von 0,28 mm Hg. Als erste Reaktion auf die Entstehung der Sauggeschwulst folgt eine kurze Druckerhöhung um 1,15 mm Hg bei den

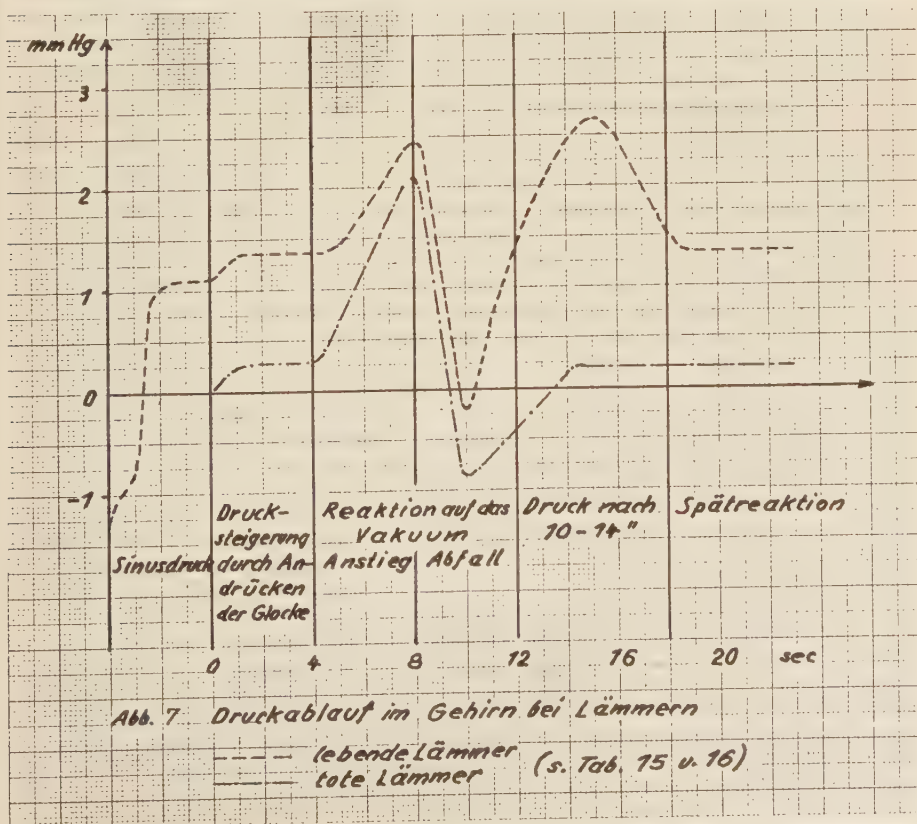
Tab. 15 Druckmessung im Gehirn nur beim Ansaugen der Glocke bei lebenden Schafslämmern

Nr.	Gew. g	Vakuum kg/cm ²	Hirn- druck mm Hg	Druck- steigerg. b. Ansaug. d. Glocke mm Hg	Druckänderung auf das Vakuum in mm Hg			
					positiv	negativ	10-14 Sek. danach	mehr als 14 Sek.sp.
1	3000	0,68	2	2,5	3,5	0	-1,5	-2
2	2500	0,36	-	0	0	8,5	+11,5	+32,5
3	2750	0,70	-	1,5	2	3,5	+2,5	+1,5
4	3500	0,50	-	0	0,5	2	+0,5	+1,5
5	3250	0,70	-	0	0,5	2,5	+1	-1
6	2500	0,50	-	0	1,5	2,5	+5	+9
7	3000	0,75	-	0	0	2	+3	+4
8	3000	0,75	-	0	0	0,5	+0,5	+0,5
9	3500	0,36	-	0	0	1,5	+2	+1,5
10	3250	0,50	-	0	3	4,5	0	-2,5
11	3000	0,36	-	0,5	1,5	3	+3,5	+3,5
12	2500	0,62	-	0	0	0	+0,5	+0,5
13	2500	0,42	-	0	5,5	9,5	+2,5	+2,5
14	4000	0,50	-	0	0	0,5	-2,5	-2,5
15	3500	0,70	-	0	0,5	1,5	0	+1
16	2750	0,75	-	0	0	0	0	0
17	3000	0,70	-	0	2	6,5	+3	+3
18	3000	0,46	-	0	0	0	0	0
19	3750	0,72	0,5	0	1	2,5	+24,5	+21
20	3250	0,50	3	0	1,5	3	+4,5	+6
21	3000	0,28	0	0	0	0	-0,5	-0,5
22	1500	0,56	0	0	1	3	0	0
23	2500	0,38	-	1,5	2,5	4	+2,5	+2,5
Ø	2980	0,55	1,1	0,26	1,15	2,67	+2,86	+1,36

lebenden Lämmern und bei den toten Lämmern um 1,86 mm Hg. Diese Druckerhöhung bleibt, wie auch im Sinus sagittalis, höchstens 2 Sekunden bestehen, dann folgt ein Druckabfall. Er beträgt bei den lebenden Tieren -2,67 mm Hg und bei den toten Tieren -3 mm Hg. Der Druckabfall kann auch unter den absoluten Nullpunkt gehen. Es ist möglich, daß die positive Zacke nicht nur eine Reaktion des Kreislaufs ist, sondern auch durch einen geringen Zusammenzug der Schädelknochen bedingt ist. Der sich anschließende Druckabfall kann

Tab. 16 Druckmessung im Gehirn nur beim Ansaugen der Glocke bei toten Schafslämmern

Nr.	Gew. g	Vakuum kg/cm ²	Druck- steigerg. b. Ansaug. d. Glocke mm Hg	Druckänderung auf das Vakuum in mm Hg			
				positiv	negativ	10-14 Sek. danach	mehr als 14 Sek. später
1	2500	0,44	2	5,0	4,0	-2	-2
2	2000	0,60	0	1,5	1,5	0	0
3	3000	0,70	0	0	0	-1	-1
4	3500	0,75	0	2,0	3,5	0	0
5	2500	0,75	0	1,5	2,5	+1,5	+1,5
6	3000	0,68	0	1,0	3,0	+1	+1
7	3000	0,60	0	2,0	6,0	+2	+2
$\bar{\mu}$	2800	0,65	0,28	1,86	3,0	+0,21	+0,21



als Fortpflanzung des Vakuums angesehen werden. Nach 10 - 14 Sekunden ist der vorher gemessene Gehirndruck bei den lebenden Tieren im allgemeinen wieder erreicht. Bei den toten Tieren steigt der Druck auf +0,21 mm Hg an und bleibt auch im weiteren Verlauf der Druckregistrierung konstant. Bei den lebenden Lämmern schließt sich eine nochmalige Drucksteigerung von 2,86 mm Hg an. Nach weiteren 20 Sekunden ist der Druck auf einen Wert von 1,36 mm Hg abgefallen. Er ist damit nur 0,26 mm Hg höher als der von uns ermittelte Gehirndruck. Diese geringe Druckerhöhung führen wir auf eine allgemeine Blutdruckerhöhung zurück, ebenso die Drucksteigerung im Anschluß an den Druckabfall. Abb. 7 zeigt den zeitlichen Druckablauf im Gehirn. Nur in einem Fall folgte auf den Druckabfall eine Drucksteigerung von 23 mm Hg. Wir führen die Druckerhöhung auf eine vitale Reaktion des Tieres zurück. Bei diesem Tier war der Druck nach 20 Sekunden um 3,5 mm Hg abgefallen. Bei einem Tier wurde nach längerer Zeit eine Drucksteigerung von 32,5 mm Hg registriert. Auch hier muß eine vitale Reaktion des Tieres angenommen werden (Tab. 15 und 16).

Auch bei den toten menschlichen Neugeborenen gleicht der Druckverlauf im Gehirn dem des Sinus sagittalis. Bei den Ergebnissen müssen wir wieder die Lokalisation der Glocke berücksichtigen. Die Drucksteigerung beim Anlegen der Glocke zeigt keine Abhängigkeit von der Lokalisation. Wahrscheinlich hängt die Druckerhöhung mehr von der Intensität des Druckes ab, mit der die Glocke appliziert wird. Den höchsten Wert haben wir bei der Lokalisation am Os parietale gemessen. Er betrug 9,5 mm Hg. 6,17 mm Hg wurden beim Festdrücken der Glocke über der großen Fontanelle gemessen und 7,33 mm Hg über der kleinen Fontanelle. Die erheblich größere Druckerhöhung beim Andrücken der Glocke bei den menschlichen Neugeborenen als bei den Lämmern führen wir auf eine größere Beweglichkeit der kindlichen Schädelknochen zurück. Bei den Lämmern sind die Schädelknochen untereinander schon verwachsen, wodurch eine Beweglichkeit in diesem Ausmaße ausgeschlossen ist.

Die Höhe des Gehirndruckes nach dem Festsaugen der Glocke ist von ihrer Lokalisation abhängig. Beim Sitz der Glocke über der großen Fontanelle ist die Druckerhöhung am größten und beträgt 17 mm Hg. Der größte Einzelwert beträgt 26 mm Hg. Beim Ansaugen

der Glocke über der kleinen Fontanelle wurden 8,25 mm Hg im Durchschnitt und 16 mm Hg als größter Einzelwert gemessen. Die durchschnittliche Druckerhöhung beim Sitz der Glocke über dem Os parietale betrug 7,41 mm Hg, der größte Einzelwert 20,5 mm Hg. Die Druckerhöhung bei der Lokalisation der Glocke über der großen Fontanelle ist also mehr als doppelt so groß als in den beiden anderen Fällen.

Der maximale Druck war beim Sitz der Glocke über der großen Fontanelle nach 25 Sekunden, über der kleinen Fontanelle nach 21,7 Sekunden und über dem Os parietale nach 30 Sekunden erreicht. Im ersten Fall bestand das Vakuum noch etwa 13 Sekunden. In dieser Zeit nahm der Druck beim Sitz der Glocke über der großen Fontanelle um 2 mm Hg ab, das sind 11,7% des maximalen Druckes. Beim Sitz der Glocke über der kleinen Fontanelle, wo das Vakuum ebenso lange bestand, nahm der Druck um 0,58 mm Hg ab, also um 6,9% des maximalen Druckes. Nachdem wir durch Ausschalten der Vakuumpumpe die Erzeugung des Vakuums abgestellt hatten, glich sich der Druck beim Sitz der Glocke über der großen Fontanelle nach 5,4 Sekunden, über dem Os parietale nach 6 Sekunden und über der kleinen Fontanelle nach 8,8 Sekunden aus (Tab. 17).

Diese Versuche führten wir mit je einer Einzelmessung an 8 menschlichen Neugeborenen durch. Bei diesen wurde, wie in der Versuchsanordnung beschrieben, die große Saugglocke von 49 mm Durchmesser benutzt. Nur bei einem menschlichen Neugeborenen verwendeten wir die mittlere Glocke von 41 mm Durchmesser. Dazu ist zu bemerken, daß es sich nur um einen Einzelwert handelt, der keine genauen Aussagen gestattet. Die Drucksteigerung beim Anlegen der Glocke über der großen Fontanelle betrug 22 mm Hg, der maximale Druck nach dem Festsaugen 14 mm Hg. Beim Andrücken der Glocke über der kleinen Fontanelle registrierten wir keinen Druckanstieg; der maximale Druck nach dem Festsaugen betrug 10 mm Hg. 3 mm Hg Druckanstieg wurden gemessen beim Andrücken der Glocke über dem Os parietale, nach dem Festsaugen betrug er 1,5 mm Hg. Auch hier zeigt sich, daß der Druck beim Ansaugen der Glocke über dem Os parietale am geringsten ist.

2. Druckmessung im Gehirn beim Abreißen der Glocke

Wir haben insgesamt 61 Druckmessungen im Gehirn vorgenommen,

Tab. 17 Druckmessung im Gehirn nur beim Ansaugen der
Glocke bei toten menschlichen Neugeborenen

Nr.	Gew. g	Druck b.An- leg.d.Glocke mm Hg	Max. Druck mm Hg	Zeit in Sek. bis			Druckän- derg.in ds. Zeit mm Hg
				Max. Druck err.	Ausschalt. d.Vak.Pumpe n.max.Druck	Druck ausge- glichen	
<u>Glocke über der großen Fontanelle angesaugt</u>							
1	1280	19	15	19	16	66	-0,5
2	1690	1	26	6	30	8	-11
3	2560	0	7	18	7	7	0
4	3350	0	20,5	32	6	4	0
5	1480	17	23,5	40	13	4	-1
6	1830	0	10	35	5	4	0
7	-	-	3	-	-	-	-
8	-	-	3	-	-	-	-
Ø	2030	6,17	17,0	25	13	5,4	-2

Glocke über der kleinen Fontanelle angesaugt

1	1280	5,5	2,5	7	12	0	-2,5
2	1690	9,0	10	15	24	12	-1
3	2560	0	2	5	30	7	0
4	3350	0	16	28	1	17	0
5	1480	23,5	14	40	1	4	0
6	1830	6,5	5	35	3	4	0
7	-	-	2	-	-	-	-
8	-	-	1,5	-	-	-	-
Ø	2030	7,33	8,25	21,7	12	8,8	-0,58

Glocke über dem Os parietale angesaugt

1	1280	3	1	21	4	5	0
2	1690	17	17	28	1	8	0
3	2560	2	1	24	2	7	0
4	3350	7,5	1	9	19	14	0
5	1480	23	20,5	65	2	6	0
6	1830	4,5	4	32	2	7	0
7	-	-	0	-	-	-	-
8	-	-	0,5	-	-	-	-
Ø	2030	9,5	7,41	30	5	6	0

bei denen die Glocke abgerissen wurde. Bei den lebenden Lämmern wurden 27, bei den toten Lämmern 6 und bei den toten menschlichen Neugeborenen 28 Einzelmessungen durchgeführt (Tab. 18, 19 und 20).

Bei den l e b e n d e n L ä m m e r n wurde im Durchschnitt ein Vakuum von $0,59 \text{ kg/cm}^2$ erzeugt. Das durchschnittliche Abrißgewicht betrug $8,15 \text{ kg}$. Errechnen wir hier das Gewicht nach der Formel $F \cdot r^2 \cdot \text{Vakuum}$, so erhalten wir einen Sog von $8,17 \text{ kg}$. Unser Mittelwert ist also fast 100% des errechneten Wertes. Durch das Ansaugen der Glocke und den Zug bis unmittelbar vor dem Abriß haben wir eine Druckerhöhung von nur $1,82 \text{ mm Hg}$ registrieren können. Beim Abreißen der Glocke wurden negative und positive Druckschwankungen beobachtet. In 17 Fällen wurden zuerst positive Druckschwankungen mit anschließenden negativen registriert, und in 9 Fällen traten zuerst negative und anschließend positive Druckschwankungen beim Abreißen der Glocke auf.

Wir führen die zuerst auftretenden negativen Druckschwankungen darauf zurück, daß sich das lebende Gewebe nach dem Abriß schneller ausdehnt als sich der Luftdruck von außen fortpflanzt. Wie wir sehen werden, traten bei den toten Lämmern und den toten menschlichen Neugeborenen immer zuerst positive Druckschwankungen auf. Die Zahl der Druckschwingungen schwankt zwischen 1 und 7. Bei 3 Abrißversuchen trat nur eine Schwingung auf, bei 8 Versuchen 2, bei 7 Versuchen 3, bei 5 Versuchen 4, bei 2 Versuchen 5, bei einem Versuch 7 und bei einem keine. Im letzten Fall wurde überhaupt keine Druckerhöhung festgestellt, obwohl die Glocke mit $5,5 \text{ kg}$ abgerissen wurde. Die positive Drucksteigerung nach dem Abriß betrug im Mittel $7,5 \text{ mm Hg}$. Die Schwankungsbreite war sehr groß. Bei diesen Messungen betrug der höchste Einzelwert $+35 \text{ mm Hg}$, der geringste, wie schon angegeben, 0 mm Hg . $-2,7 \text{ mm Hg}$ wurden als durchschnittlicher negativer Druck registriert. Es ergibt sich somit eine mittlere Druckamplitude von $10,2 \text{ mm Hg}$. Der höchste Einzelwert beträgt 40 mm Hg . Die größte Druckamplitude zeigt eine gewisse Abhängigkeit vom Gewicht des Tieres, dabei wurden die größten Amplituden bei den leichteren Tieren gemessen. Das durchschnittliche Gewicht der Tiere, bei denen eine größere Amplitude als 12 mm Hg registriert wurde, betrug $2,47 \text{ kg}$. Bei den Tieren, die eine Druckamplitude unter 3 mm Hg

Tab. 18 Druckmessung im Gehirn beim Abreißen der Glocke bei lebenden Schafslämmern

Nr.	Gew. g	Vakuum kg/cm ²	Druck- anstieg dch. Zug mm Hg	Größter pos. Druck mm Hg	Größter neg. Druck mm Hg	Größte Druck- amplit. mm Hg	Abriß- gew. kg	Zahl d. Druck- schwingg.
1	3500	0,50	-1	1,5	0	2,5	8,5	1
2	3250	0,50	1,5	7,5	0	7,5	6	2
3	3500	0,70	0	7	1	8	8	3
4	2750	0,84	0	7	3	10	13	3
5	2750	0,84	1	5	5	10	12	3
6	3000	0,78	1,5	23,5	16,5	40	12,25	3
7	3000	0,78	1	17,5	13,5	31	13,25	5
8	3000	0,50	0	31	0	31	5	1
9	3000	0,50	0	4	11	15	4	2
10	3750	0,70	1	2	0	2	10,25	1
11	3750	0,64	2,5	0,5	4	4,5	10	3
12	3750	0,60	4	8,5	2	10,5	10	4
13	3750	0,60	1	3	3	6	10	2
14	3750	0,60	0,5	4	4	8	10	5
15	3250	0,50	10	13	0	13	7	2
16	3250	0,50	0	1,5	0,5	2	7	2
17	3250	0,30	0	3	1	4	4	2
18	3250	0,42	0	2	2	4	5,5	2
19	3000	0,62	0	1	0,5	1,5	7	2
20	3000	0,56	0	0,5	0,5	1	7,5	4
21	3000	0,50	0	0	0	0	5,5	0
22	3000	0,70	0	0,5	0,5	1	8,25	4
23	3000	0,64	0	2	3	5	9,5	4
24	3000	0,58	0	0,5	1	1,5	9,5	4
25	1500	0,48	5	14	1	15	4,25	3
26	1500	0,42	2	18	0	18	4	3
27	1500	0,62	20	35	0	35	8,75	7
Ø	2962	0,59	1,82	7,5	-2,7	10,2	8,15	2,8

hatten, betrug das Gewicht 3,2 kg. Sechsmal wurde eine Druckamplitude unter 3 mm Hg und achtmal über 12 mm Hg registriert (Tab. 18).

Bei den **t o t e n L ä m m e r n** erzeugten wir ein Vakuum von $0,61 \text{ kg/cm}^2$, das durchschnittliche Abrißgewicht betrug $7,4 \text{ kg}$. Berechnen wir auch hier das Zuggewicht formelmäßig, so ergibt sich ein Zuggewicht von $8,45 \text{ kg}$. Unser ermitteltes Zuggewicht ergibt also nur $87,5\%$ des errechneten Wertes. Die Drucksteigerung durch Ansaugen der Glocke und Zug bis unmittelbar vor dem Abriß beträgt nur $0,6 \text{ mm Hg}$. Dagegen sind die positiven und negativen Druckschwankungen größer als bei den lebenden Lämmern, was ebenfalls für geringere Elastizität des Gewebes spricht. Die Glocke reißt ab, wenn sie durch Zug an einer Stelle von der Galea abgezogen ist und Luft einströmen kann. Da das lebende Gewebe elastischer ist, können die plötzlich auftretenden lokalen Gewebsspannungen besser ausgeglichen werden. Der Mittelwert beträgt für die positiven Druckerhöhungen $22,8 \text{ mm Hg}$, die beiden Extremwerte sind: Minimum 12 mm Hg und Maximum 40 mm Hg . Der negative Durchschnittswert betrug $-4,3 \text{ mm Hg}$. Die durchschnittliche Druckamplitude betrug bei den toten Lämmern $27,1 \text{ mm Hg}$. die höchste bzw. niedrigste Druckamplitude war 50 bzw. 16 mm Hg . Die Zahl der Druckschwankungen liegt bei den toten Lämmern zwischen 3 und 7 . Die erste Druckschwingung bei diesen Versuchen war immer eine positive (Tab. 19).

Tab. 19 Druckmessung im Gehirn beim Abreißen der Glocke bei toten Schafslämmern

Nr.	Gew. g	Vakuum kg/cm^2	Druck- anstieg dch. Zug mm Hg	Druckänderg. durch Abriß			Abriß- gew. kg	Zahl d. Druck- schwingg.
				Größter pos. Druck mm Hg	Größter neg. Druck mm Hg	Größte Druck- amplit. mm Hg		
1	3000	0,68	0	28	0	28	8,25	3
2	3000	0,60	0	40	10	50	8,25	7
3	3000	0,60	0	12	5	17	6,75	4
4	3000	0,60	1,5	26	2	28	6,5	4
5	3000	0,60	0	19	5	24	7	5
6	3000	0,56	2	12	4	16	5,5	4
Ø	3000	0,61	0,6	22,8	4,3	27,1	7,4	4,5

Die Versuche bei den **t o t e n m e n s c h l i c h e n N e u g e b o r e n e n** zeigen andere Ergebnisse. Die Druck-

steigerung im Gehirn durch Ansaugen der Glocke ist viel größer. Sie beträgt 10,27 mm Hg bei den Versuchen, bei denen die menschlichen Neugeborenen am Kopf fixiert wurden. Die unterschiedliche Druckerhöhung beim Ansaugen der Glocke, wie sie unsere Registrierungen ergeben haben, kommt durch die uneinheitliche Lokalisierung der Glocke beim Ansaugen zustande. Der Hirndruck steigt durch den Zug an der Glocke bis auf durchschnittlich 29,66 mm Hg an. Dabei tritt dann in dem Augenblick des Abrisses der Glocke ein Abfall des Druckes ein, der in den meisten Fällen sogar etwas unter 0 abfällt. Die gesamte Hirndrucksteigerung durch Fixierung und Zug an der Glocke betrug 39,93 mm Hg. Der Druckabfall durch das Abreißen betrug 42,15 mm Hg. Im Durchschnitt betrug das Abrißgewicht 13 kg. Bei der Berechnung nach der Formel hätte das Zuggewicht 15,07 kg betragen müssen. Das tatsächlich erreichte Gewicht lag also 13,74% unter dem theoretischen. Da bei den lebenden Lämmern das Abrißgewicht größer war als bei den toten Lämmern, ist darauf zu schließen, daß auch bei den lebenden Neugeborenen eine höhere Zugbelastung möglich ist, als wir bei unseren Versuchen an toten menschlichen Neugeborenen ermittelten. Wir sahen im Druckverlauf keine mehrmaligen Druckschwingungen wie bei den Lämmern auftreten (Tab. 20).

Bei den Versuchen, bei denen hinter dem Handgriff der Schlauch abgeklemmt wurde, liegen die Werte niedriger. Die Hirndrucksteigerung durch Fixierung der Glocke bleibt natürlich uneinflusst, da erst nachher abgeklemmt wurde. Sie betrug 9,71 mm Hg. Die Drucksteigerung durch Zug an der Glocke unmittelbar vor dem Abreißen betrug 19,21 mm Hg. Die gesamte Hirndrucksteigerung durch Fixierung und Zug betrug 28,92 mm Hg. Der Druckabfall nach dem Abreißen betrug 26,5 mm Hg. Das durchschnittliche Abrißgewicht war 12 kg. Wie wir noch zeigen werden, nimmt der Hirndruck in Abhängigkeit von der Höhe des Zuggewichtes zu. Dadurch läßt sich die unterschiedliche Höhe des Druckes erklären (Tab. 20).

Wie bereits ausgeführt, wurden einige Abrißmessungen vorgenommen, bei denen wir die menschlichen Neugeborenen nicht am Kopf festhielten, sondern an der Schulter. Die Druckerhöhung durch die Fixierung der Glocke betrug 16,63 mm Hg. Der Unterschied

Tab. 20 Druckmessung im Gehirn beim Abreißen der Glocke bei einem Vakuum von 0,8 kg/cm² bei toten menschlichen Neugeborenen - am Kopf fixiert

Nr.	Drucksteigerung in mm Hg		Gesamthirndrucksteigerung dch. Fix. u. Zug mm Hg	Druckabfall nach Abreißen mm Hg	Abrißgewicht kg
	dch. Ansaugen der Glocke	dch. Zug an der Glocke			
1	6	46	52	52	14
2	2	28,5	30,5	29	14,25
3	2	35	37	37	5,5
4	2	11,5	13,5	15	5,5
5	2	17	19	20	4,5
6	4,5	14	18,5	51	14,5
7	6	28	34	34	14,5
8	12	38	50	48	12,5
9	10	35,5	45,5	43	13,5
10	24	30	54	54	14
11	18	37	55	55	14
12	23,5	31,5	55	55	17,5
13	21,5	33,5	55	55	14,5
Ø	10,27	29,66	39,93	42,15	13

- am Kopf fixiert und Schlauch hinter dem Kreuz abgeklemmt

1	3	20	23	19	10
2	6	0	0	0	10
3	1,5	14	15,5	15	10
4	5	23	28	25	6,5
5	3	21	24	20	14
6	24	29	53	53	16,75
7	26	27,5	53,5	53,5	16,75
Ø	9,71	19,21	28,92	26,5	12

bei der verschiedenen Fixierung der menschlichen Neugeborenen zeigt sich bei der Hirndrucksteigerung durch Zug unmittelbar vor dem Abriß der Glocke; er betrug nur 6,5 mm Hg, die Gesamthirndrucksteigerung durch Fixierung und Zug an der Glocke betrug 23,13 mm Hg. Der Druck fiel nach dem Abreißen um 19,87 mm Hg ab. Das Abrißgewicht betrug 15,81 kg (Tab. 21).

Tab. 21 Druckmessung im Gehirn beim Abreißen der Glocke bei einem Vakuum von $0,8 \text{ kg/cm}^2$ bei toten menschlichen Neugeborenen - an der Schulter fixiert

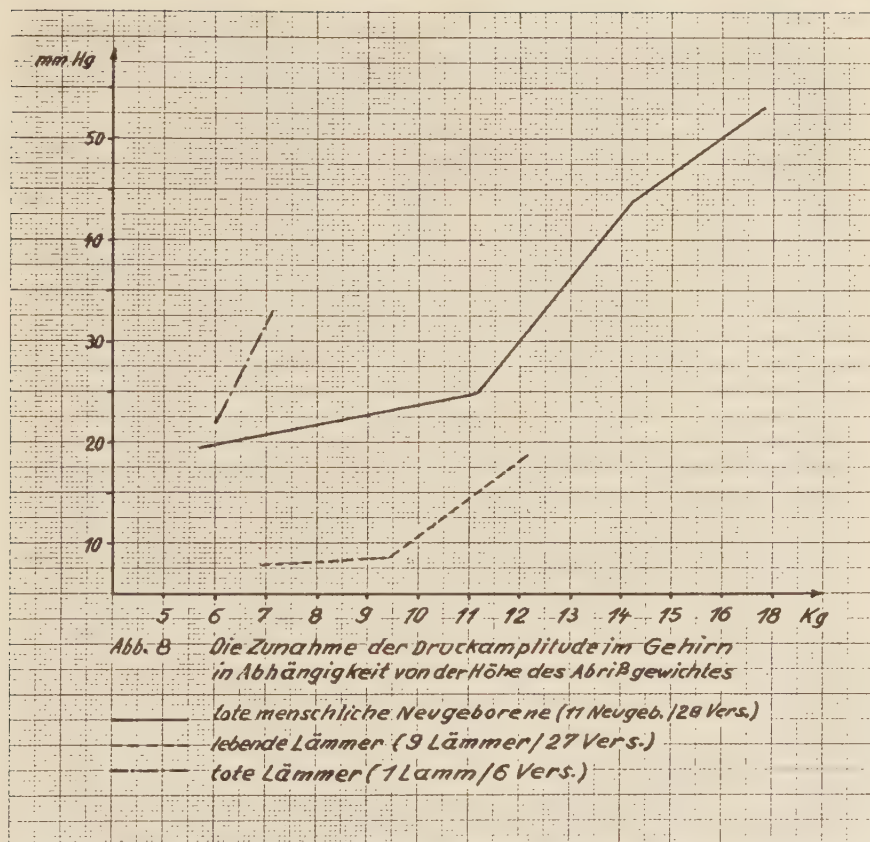
Nr.	Drucksteigerung in mm Hg		Gesamthirndrucksteigerung dch. Fix. u. Zug mm Hg	Druckabfall nach Abreißen mm Hg	Abrißgewicht kg
	dch. Ansaugen der Glocke	dch. Zug an der Glocke			
1	8	1,5	9,5	3	14,5
2	8,5	0,5	9	1,5	14,5
3	24	14	38	38	18
4	26	11	37	37	16,25
$\bar{x}$	16,63	6,5	23,13	19,87	15,81

- an der Schulter fixiert und Schlauch hinter dem Kreuz abgeklemmt

1	2	0	0	0	12,5
2	1	0	0	0	14,5
3	20	3	23	24	10
4	22	13	35	41	16
$\bar{x}$	11,25	4	14,5	16,25	13,25

Auch bei der Fixierung der menschlichen Neugeborenen an der Schulter wurde hinter dem Handgriff der Schlauch abgeklemmt. Unterschiede zeigten sich auch hier nicht. Die Hirndrucksteigerung durch die Fixierung der Glocke betrug 11,25 mm Hg. Die Drucksteigerung durch den Zug an der Glocke vor dem Abriß betrug 4 mm Hg, und das Abrißgewicht war 13,25 kg. Die gesamte Druckerhöhung belief sich auf 14,5 mm Hg, der sich an den Abriß anschließende Druckabfall auf 16,25. In zwei Fällen fiel der Druck dabei unter 0, wodurch der Druckabfall größer als der gesamte Druckanstieg war.

Allgemein kann man sagen, daß die Druckamplitude mit der Größe des Abrißgewichtes zunimmt. Diese Abhängigkeit wird in Abb. 8 graphisch dargestellt. Die Mittelwerte für die lebenden Lämmer sind folgende: 6,9 kg/7,8 mm Hg, 9,38 kg/8,62 mm Hg, 12,15 kg/18,6 mm Hg; für die toten Lämmer registrierten wir: 6 kg/22 mm Hg und 7,14 kg/30 mm Hg. Bei den toten menschlichen Neugeborenen betrugen die Mittelwerte 5,7 kg/19,6 mm Hg, 11,2 kg/25 mm Hg, 14,24 kg/43,75 mm Hg und 16,83 kg/53 mm Hg. Der Druck steigt



bei den toten Lämmern also sofort steil an, während er bei den lebenden Lämmern und menschlichen Neugeborenen anfangs nur schwach ansteigt, dann aber auch fast so steil wie bei den toten Lämmern.

Weiterhin läßt sich auch eine geringe Abhängigkeit der Druckschwankung vom Vakuum bei den lebenden Lämmern nachweisen. Die Schwankungen sind hier besonders groß. Die Mittelwerte sind: $0,41 \text{ kg/cm}^2 = 8,58 \text{ mm Hg}$ und $0,7 \text{ kg/cm}^2 = 11,9 \text{ mm Hg}$ (Abb. 9).

Der Einfluß des Beckenbodens, gegen den der Kopf beim Abreißen gepresst wird, ist also deutlich; wir versuchten durch unsere Fixierung mit der Hand am Kopf, uns den Verhältnissen in situ anzunähern.

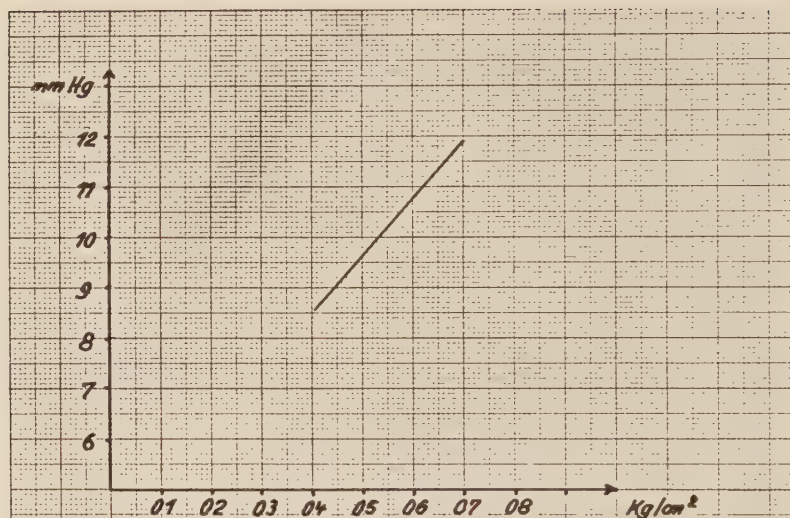


Abb. 9 Die mittlere Zunahme der Druckamplituden
beiden lebenden Lämmern mit der Höhe des Vakuums
(9 Lämmer / 27 Versuche)

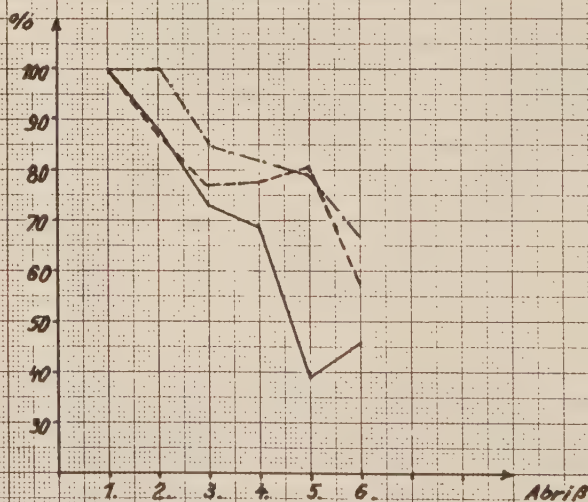


Abb. 10 Prozentuale Abnahme des Zuggewichtes
mit der Häufigkeit des Abrißes

— tote menschliche Neugeborene (3 Neugeborene / 28 Versuche)
- - - lebende Lämmer (11 Lämmer / 27 Versuche)
- · - tote Lämmer (1 Lamm / 6 Versuche)

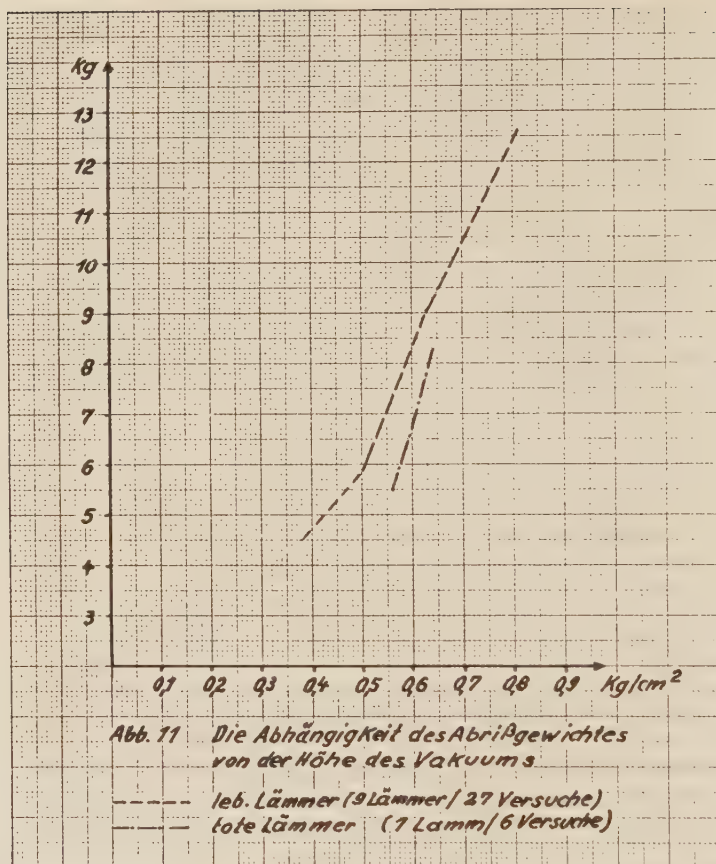
Wir machten bei den Abrissen weiterhin die Beobachtung, daß je öfter die Glocke von der gleichen Fixierungsstelle abriß, um so geringer die Haftfähigkeit wird. Dabei beobachteten wir z.B. bei den menschlichen Neugeborenen anfangs ein Abrißgewicht von 14,25 kg. Nach fünfmaligem Abreißen, riß die Glocke schon bei 4,5 kg ab. Das gleiche konnten wir auch bei den lebenden und toten Lämmern feststellen. Bei den lebenden Lämmern wurden z.B. beim ersten Zug 7,0 kg bis zum Abriß benötigt, nach dreimaligem Abreißen nur 4 kg. Bei den toten Lämmern riß die Glocke anfangs bei 8,25 kg, nach fünfmaligem Abreißen schon bei 5,5 kg (Tab. 18, 19, 20, 21). Die Abb. 10 zeigt die prozentuale Abnahme des Zuggewichtes in der Abhängigkeit von der Häufigkeit des Abrisses.

Das Abrißgewicht zeigt eine lineare Abhängigkeit von der Höhe des Vakuums, und zwar ist es bei $0,8 \text{ kg/cm}^2$ am größten. Bei den menschlichen Neugeborenen konnte diese Abhängigkeit nicht festgestellt werden, da immer ein Vakuum von $0,8 \text{ kg/cm}^2$ erreicht wurde. Diese Abhängigkeit zeigt für die lebenden und toten Lämmer die Abb. 11. Wir fanden für die lebenden Lämmer folgende Mittelwerte: $0,38 \text{ kg/cm}^2 - 4,5 \text{ kg}$, $0,5 \text{ kg/cm}^2 - 5,84 \text{ kg}$, $0,63 \text{ kg/cm}^2 - 9,06 \text{ kg}$ und $0,81 \text{ kg/cm}^2 - 12,63 \text{ kg}$. Für die toten Lämmer ergaben sich diese Mittelwerte: $0,56 \text{ kg/cm}^2 - 5,5 \text{ kg}$, $0,60 \text{ kg/cm}^2 - 6,75 \text{ kg}$, $0,64 \text{ kg/cm}^2 - 8,25 \text{ kg}$.

Bei den Versuchen, bei denen der Schlauch von der Vakuumflasche gelöst wurde, konnte keine Druckschwankungen im Gehirn registriert werden. Es kam lediglich beim Festsaugen der Glocke zur Druckerhöhung im Gehirn. Ein Zug an der Glocke konnte nach Lösen des Schlauches von der Vakuumflasche nicht mehr ausgeübt werden, da die Glocke durch die durch den Schlauch einströmende Luft sofort abfiel. Dadurch ergab sich auch keine weitere Druckschwankung, sondern der Druck glich sich im Moment des LöSENS des Schlauches aus.

3. Druckmessung im Gehirn bei $0,8 \text{ kg/cm}^2$ Sog bei steigender Belastung der Saugglocke mit Gewichten bis zum Abriß

Bei 7 toten menschlichen Neugeborenen wurden Gehirndruckmessungen vorgenommen, bei denen die Glocke nacheinander mit 1, 5, 9 und 13 kg Gewichten belastet wurde. Der Druckanstieg wurde fortlaufend registriert. Zuerst wurde der Druck wieder beim



Aufsetzen der Glocke ermittelt, der 6,1 mm Hg betrug. Nach Anhängen von 1 kg stieg der Hirndruck auf 6,75 mm Hg. Bis das nächste Gewicht angehängt wurde, vergingen durchschnittlich 17 Sekunden. In dieser Zeit fiel der Druck etwas ab. Nach der Belastung mit 1 kg fiel der Druck um 0,66 mm Hg, nach einer Belastung mit 5 kg stieg der Druck auf 17,16 mm Hg, anschließend fiel er um 3,3 mm Hg. Bei einer Belastung mit 9 kg registrierten wir einen Druckanstieg auf 24 mm Hg, dem ein Druckabfall von 5,2 mm Hg folgte. Nachdem 13 kg Gewicht angehängt wurden, stieg der Druck auf 27,8 mm Hg und fiel dann um 3,5 mm Hg ab. Bei dem anschließenden Versuch mit 15 kg riß die Glocke in allen Fällen ab. Bei einem menschlichen Neugeborenen riß sie

schon nach 9 kg ab (Tab. 22). Die Abb. 12 zeigt die Abhängigkeit des Druckanstiegs vom Gewicht.

Tab. 22 Druckmessung im Gehirn bei steigender Belastung der Saugglocke mit Gewichten bei toten menschlichen Neugeborenen

Nr.	Druck ohne zus. Belastg. mm Hg	Drucksteigerg. in mm Hg nach Zugbelastung mit				Druckabfall in mm Hg, der der anfängl. Drucksteigerg. folgte nach Zugbelastg. mit			
		1 kg	5 kg	9 kg	13 kg	1 kg	5 kg	9 kg	13 kg
1	0	1	2	-	-	2	3	-	-
2	9	9,5	12,5	26	21,5	0,5	1	14	0
3	11	13	37	33	41	1	10	0	11,5
4	2,5	2	5,5	8,5	11	0	0	0	5
5	11	13	42	43	43,5	0,5	6	7	1
6	3	2	4	9,5	22	0	0	5	0
$\bar{\rho}$	6,1	6,75	17,16	24	27,8	0,66	3,3	5,2	3,5

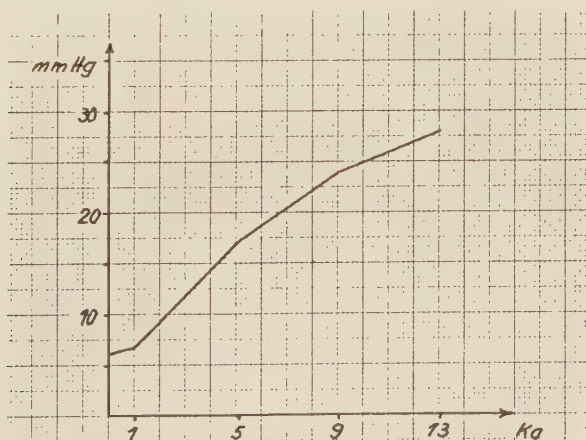


Abb. 12 Der Druckanstieg im Gehirn bei Erhöhung des Zuggewichtes an der Glocke (s. Tab. 22)

d) Maximaler Zug an der Saugglocke bei einem Vakuum von $0,8 \text{ kg/cm}^2$ bei toten menschlichen Neugeborenen

Zur Bestimmung des maximal möglichen Zuges an der Glocke bei einem Vakuum von $0,8 \text{ kg/cm}^2$ wurden von uns insgesamt 49 Einzel-

messungen durchgeführt. Da es bei mehrmaligem Abreißen von derselben Stelle zur Verringerung der Haftfähigkeit kommt, wurde an verschiedenen Stellen angesaugt.

Den geringsten Zug konnten wir ausüben, wenn wir sofort nach dem Ansaugen die Glocke wieder abrissen. Die größte Zugmöglichkeit ermittelten wir bei einer Ansaugzeit von 3 Minuten. Diese Tatsache kann a) Zufall sein oder b) sich dadurch erklären, daß bei 3 Minuten Ansaugzeit ein Optimum zwischen Hautelastizität und einwandernder Gewebsflüssigkeit erreicht ist, wodurch die Abdichtung optimal ist. Danach wird durch weiterhin nachströmende Gewebsflüssigkeit das Nachgeben der Haut an einer Stelle - wodurch Luft einströmt - wieder leichter möglich. Die Unterschiede zwischen dem sofortigen Abreißen und dem nach 5 Minuten liegen aber nur bei 1 kg. Errechnen wir das maximale Zuggewicht nach der Formel $\sqrt{r^2 \cdot \text{Vakuum}}$, so erhalten wir für die verschiedenen Vakuumstufen folgende Werte:

0,1 kg/cm ²	=	1,89 kg
0,2 kg/cm ²	=	3,79 kg
0,3 kg/cm ²	=	5,75 kg
0,4 kg/cm ²	=	7,64 kg
0,5 kg/cm ²	=	9,42 kg
0,6 kg/cm ²	=	11,30 kg
0,7 kg/cm ²	=	13,18 kg
0,8 kg/cm ²	=	15,07 kg
0,9 kg/cm ²	=	16,96 kg

Wir sahen, daß bei einem Vakuum von 0,8 kg/cm² nach sofortigem Ansaugen die Glocke durch 13,95 kg abgerissen wurde, das sind 92,5% des errechneten Zuggewichtes. Bei einer Ansaugzeit vor dem Abreißen von 1, 2 und 4 Minuten ergaben sich 94,8%, von 5 Minuten 95,6% und von 3 Minuten 99% des theoretisch errechneten Zuggewichtes. Aus diesen geringen Abweichungen kann man schließen, daß man auch in Eilfällen durchaus den Vakuumextraktor sofort anwenden kann, wenn nicht andere Faktoren seinen Einsatz verzögern, wie z.B. der Gebrauch einer Handvakuumpumpe. Abb. 13 stellt die Verhältnisse noch einmal graphisch dar.

Einen anderen wichtigen Punkt für die Haftfähigkeit stellt die Beschaffenheit der Haut dar. Ist die Haut sehr straff und läßt sich nicht leicht verschieben, ist die Haftfähigkeit geringer. Daß die unterschiedliche Behaarung des Kopfes auch einen Einfluß auf die Haftfähigkeit hat, haben wir bei den toten mensch-



Tab. 23 Maximaler Zug an der Glocke bei einem Vakuum von 0,8 kg/cm² sofort, nach 1, 2, 3, 4 und 5 Minuten nach dem Ansaugen

Nr.	sofort kg	1 Min. kg	2 Min. kg	3 Min. kg	4 Min. kg	5 Min. kg
1	12,75	8,25	-	-	-	-
2	14,5	14,75	14,75	11,50	-	-
3	14,5	16,75	16,25	16,25	16	-
4	12,25	13,25	12,50	12,50	11,50	-
5	15,0	17,25	18,0	18,0	16,0	-
6	15,0	16,5	16,5	18,0	15,5	-
7	13,0	13,0	14,0	14,5	15,0	15,0
8	13,0	13,0	14,0	14,5	15,0	15,0
9	10,75	10,75	-	13,0	14,75	14,25
10	18,75	20,0	16,0	15,75	10,5	14,0
Ø	13,95	14,28	14,25	14,9	14,25	14,56

lichen Neugeborenen im Gegensatz zu EVELBAUER, der feststellte, daß bei der Verwendung des Vakuumentraktors bei der Entwicklung des Kindes bei der Sectio die Haftfähigkeit geringer ist, wenn die Kopfhaut nicht genug abgetupft wurde, oder auch wenn zu schnell und zu stark gezogen wird, nicht bemerkt (27). Die Haare sind während der Geburt so feucht und zart und liegen am Kopf an, daß dieses wahrscheinlich keinen Einfluß hat (Tab. 23).

e) Nabelvenendruckmessung

Der Nabelvenendruck wurde von uns mehr aus grob informativischen Gründen gemessen, allerdings wollten wir sehen, inwieweit sich eine Manipulation am Kopf, z.B. das Durchstoßen der Schädeldedecke mit dem Troikar, am Nabelvenendruck bemerkbar macht.

Der mittlere Nabelvenendruck beträgt 2,5 mm Hg, die Schwankungen liegen zwischen 5 und 1 mm Hg. Insgesamt wurden 11 Messungen durchgeführt. Bei 5 Messungen achteten wir darauf, ob sich beim Ansaugen der Glocke am Kopf eine Änderung der Höhe des Nabelvenendruckes bemerkbar macht. Dabei zeigte sich einmal keine Reaktion; in 2 Fällen stieg der Druck um je 0,5 mm Hg, in 2 weiteren Fällen fiel er um 0,38 mm Hg. Beim Abriß der Säugglocke zeigen sich ähnliche Druckschwankungen. Bei 3 Tieren stieg der Druck um durchschnittlich 0,25 mm Hg, bei 2 Tieren fiel er um 0,5 mm Hg. Das angewendete Vakuum betrug $0,47 \text{ kg/cm}^2$. Im Anschluß an das Abreißen fiel der Nabelvenendruck einmal um 2 mm Hg, in den 4 anderen Fällen stieg er um 0,45 mm Hg. Nach der Druckmessung in der Galea wurde noch einmal bei 4 Tieren der Nabelvenendruck gemessen, wobei der Mittelwert noch 2 mm Hg betrug, was eine Senkung von 0,5 mm Hg bedeutete. Bei 3 Tieren wurde keine Reaktion auf den Nabelvenendruck beim Durchstoßen des Schädeldaches bemerkt, nur bei einem Fall war eine Steigerung des Nabelvenendruckes um 2 mm Hg zu registrieren (Tab.24).

f) Histologische Untersuchungen der Bauchhaut

Die Auswirkungen des Vakuums auf die Bauchhaut wurden bei 6 Tieren untersucht. Dabei setzten wir die Glocke auf die vorher geschorene Haut auf und erzeugten langsam ein Vakuum von $0,8 \text{ kg/cm}^2$. In einem zweiten Fall stellten wir zuerst ein Vakuum von $0,8 \text{ kg/cm}^2$ her, indem wir den Schlauch zunächst abklemmten

Tab. 24 Nabelvenendruckmessung bei lebenden Schafslämmern

Nr.	Vakuum kg/cm ²	Nabel- venen- druck mm Hg	Nabelvenendruck in mm Hg				
			bei An- setzen d. Glocke	bei Ab- reißen d. Glocke	nch. Ab- reißen d. Glocke	vor Sinus- druckmes- sung	b. Durch- bohren d. Schädels
1	-	5,0	-	-	-	-	-
2	-	1,5	-	-	-	-	-
3	0,38	2,0	1,75	2,0	2,25	3,0	3,0
4	0,42	3,0	3,0	2,5	3,0	3,0	5,0
5	0,56	1,0	0,5	0,75	1,0	1,5	1,5
6	0,50	3,0	6,5	9,5	7,5	0,5	0,5
7	0,50	2,0	3,5	2,75	3,5	-	-

und dann die Klemme nach dem Aufsetzen der Glocke auf der Bauchhaut entfernten, die dann sofort angesaugt wurde. Diese Untersuchungen konnten nicht an der Kopfhaut vorgenommen werden, da nach den vielen am Kopf durchgeführten Versuchen mit Sicherheit schon Blutungen bestanden. In 2 Fällen konnten diffuse subcutane Blutungen nach schnellem Ansaugen gefunden werden. Es konnte jedoch nicht entschieden werden, ob es sich dabei um "Rhesis-" oder "per diapedesim-Blutungen" handelte. Bei langsamer Erzeugung des Vakuums konnten jedoch n i e Blutungen festgestellt werden.

Zusammenfassend können wir sagen, daß es beim schnellen Ansaugen bei einem Drittel der Fälle zu Hautblutungen kam und beim langsamen Ansaugen nicht, was unbedingt dafür spricht, daß man das Vakuum langsam herstellen sollte, d.h. auf keinen Fall in weniger als 20 Sekunden bis 0,8 kg/cm².

Auch MEYHOEFFER stellte bei gleichen Versuchen fest, die er an der Kopfhaut toter menschlicher Neugeborener machte, daß sich im subcutanen Bindegewebe ausgedehnte Blutungen befanden. Es handelte sich wahrscheinlich um per diapedesim-Blutungen, da keine Gefäßzerreißen nachzuweisen waren. Bei langsamer Vakuumherstellung traten keine Blutungen auf.

g) Herzinnendruckmessung

Am Ende aller Versuche und bevor die Tiere durch eine Überdosis

Schlafmittel getötet wurden, nahmen wir Herzinnendruckmessungen vor. Der Blutdruck beträgt normalerweise bei Schafen 150/115 mm Hg (56). Insgesamt wurde bei 7 Tieren der Herzinnendruck gemessen. Die Druckamplitude betrug bei der Einatmung 42 mm Hg, bei der Ausatmung 45 mm Hg. Der diastolische Druck im Ventrikel betrug bei der Einatmung 4,16 und bei der Ausatmung 5 mm Hg. Einmal wurde ein negativer diastolischer Druck von 1,5 mm Hg registriert. Der Unterschied kommt wahrscheinlich durch die verschiedene Lage des Meßpunktes zustande. Der systolische Druck während der Einatmung betrug 44,3 mm Hg und während der Ausatmung 50 mm Hg.

Der Unterschied zur Literaturangabe beruht einmal auf dem verschiedenen Alter (neugeborene/ausgewachsene Schafe - vgl. Mensch) und zum anderen darauf, daß es sich um durch Hirndruckmessung geschädigte Tiere handelt.

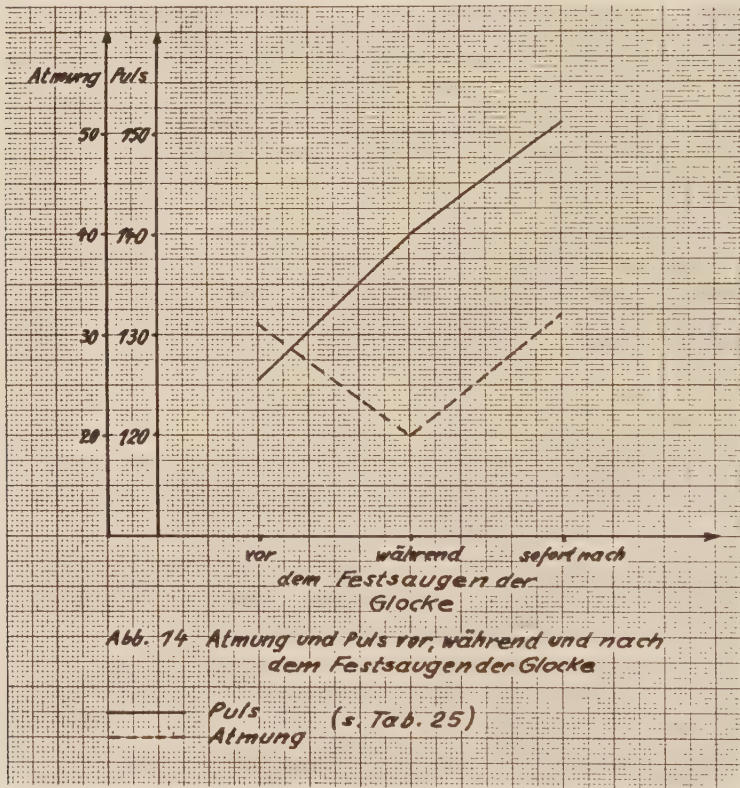
h) Puls und Atmung

Am Ende unserer Versuchsergebnisse sollen einige Beobachtungen über den Puls und die Atmung mitgeteilt werden. Bei einer Anzahl von Versuchsregistrierungen war es möglich, die Puls- und Atemfrequenz auszuzählen. Diese Möglichkeit sahen wir sowohl bei der blutigen Messung in der Nabelvene und im Sinus sagittalis, als auch bei der Messung mit der Ballonkanüle. Wir haben die Frequenzänderung von Puls und Atmung vor, während und nach dem Ansaugen der Glocke ermittelt. Dabei hatten die Tiere vor dem Ansaugen der Glocke einen Puls von 126/Minute und eine Atemfrequenz von 31/Minute. Während die Glocke am Kopf festgesaugt war, fiel die Atemfrequenz deutlich auf 20/Minute ab, und der Puls stieg auf 140/Minute an. Die Druckerhöhung im Schädelinneren, bewirkt durch das Festsaugen der Glocke, hat also eine deutlich depressorische Wirkung auf das Atemzentrum. Ob das Ansteigen des Pulses eine kompensatorische Reaktion auf die beginnende Hypoxämie ist oder auch eine direkte Wirkung auf das Kreislaufzentrum ist, kann nicht ohne weiteres entschieden werden. Nach dem Ausschalten der Vakuumpumpe bzw. der Unterbrechung des Vakuums stieg die Atmung wieder an, und zwar auf durchschnittlich 32/Minute. Die Pulsfrequenz nahm auch hier noch weiter zu auf 151/Minute. Da die Registrierung ja nur

Tab. 25 Puls und Atmung vor, während und sofort nach dem Festsaugen der Glocke

Puls/Min.			Atmung/Min.		
vor	während	sofort nach	vor	während	sofort nach
130	150	140	36	32	40
-	200	180	36	-	-
150	-	-	24	-	-
120	120	120	24	20	-
150	140	160	24	-	24
120	110	120	-	28	-
120	130	120	40	-	40
90	130	120	30	45	40
120	-	-	25	20	20
90	90	90	-	24	20
-	80	100	36	27	30
-	120	150	15	12	20
-	140	150	36	-	-
120	180	180	24	24	30
140	120	130	24	24	20
80	75	80	-	-	30
-	240	240	30	27	-
130	130	130	30	15	30
120	114	120	20	10	20
120	120	135	40	-	-
146	130	130	45	30	-
144	150	150	-	40	-
-	200	180	-	50	40
180	200	180	-	50	45
130	130	-	48	40	48
120	120	130	-	30	-
-	180	200	36	30	40
-	-	-	60	30	42
-	-	-	18	-	-
-	-	-	30	18	-
-	-	-	-	30	30
Ø 126	140	151	31	20	32

nach der Unterbrechung des Vakuums wenige Sekunden betragen, könnte die Frequenzsteigerung noch Ausdruck der Kompensation auf die Hypoxämie sein (Tab. 25, Abb. 14).



6. Diskussion

Versuche in der Art und Weise wie wir sie jetzt ausgeführt haben, sind bisher nur von BREHM und MEYHOEFFER an toten menschlichen Neugeborenen gemacht worden. Unsere Werte weichen aber zum Teil erheblich von diesen ab (7, 75). Den maximalen Unterdruck, den BREHM und MEYHOEFFER unterhalb der Glocke gemessen haben, geben sie mit nur ~11 mm Hg an (Tab. 26), durchschnittlich wurden aber geringere Drucke gemessen.

Auch die Druckwerte neben dem Saugglockenrand zeigen bei unseren

Tab. 26 Druckmessung in der Galea

	Brehm u. Meyhoeffer	Eigene Ergebnisse		
	tote menschl. Neugeborene	tote menschl. Neugeborene	Schafslämmer lebende	tote
	mm Hg	mm Hg	mm Hg	mm Hg
direkt unter d. Glocke	-5,2	-246,42	-291,0	-245,0
neben d. Glocke cm				
1	+1	+17,44	+10,6	+8,57
2	+0,5	+3,83	+0,86	+0,75
3	+0,25	+1,5	-	-
4	-0,25	+1,67	-	-
5	0	+0,88	-	-

Tab. 27 Druckänderung im Sinus bzw. Gehirn durch
Erzeugung eines Vakuums in der Glocke

	Brehm u. Meyhoeffer		Eigene Ergebnisse	
	(mittlere Glocke) Sinus mm Hg Gehirn		(große Glocke) Sinus mm Hg Gehirn	
Große Fontanelle	-1,1	-1,83	+8,12	+17,0
Kl. Fontanelle	-0,9	-0,66	+6,28	+8,25
Os parietale	0	-0,14	+4,71	+7,41
lebende Lämmer	-	-	+1,02	+1,15
tote Lämmer	-	-	+1,83	+1,86

Tab. 28 Druckmessung im Gehirn bei Abriß der Glocke

	Brehm u. Meyhoeffer	Eigene Ergebnisse		
	tote menschl. Neugeborene	tote menschl. Neugeborene	Schafslämmer lebende	tote
	mm Hg	mm Hg	mm Hg	mm Hg
	+55 (Einzelwert)	+29,6	+10,2	+27,1

Versuchen erheblich höhere Werte. Wir haben zwar bei den Lämmern im Abstand von 2 cm auch negative Drucke registriert, bei den toten menschlichen Neugeborenen aber nicht, abgesehen von 4 Ausnahmen, bei denen wir auch Unterdrucke bei 1, 3, 4 und 5 cm neben dem Glockenrand gemessen haben. Unsere Ergebnisse stimmen nur insofern überein, als der Druck immer mehr zur Peripherie hin abnimmt. Bei den Druckmessungen innerhalb des Schädels zeigen unsere Werte in allen Fällen positive Drucke. BREHM und MEYHOEFFER hatten nur in 5 Fällen positive Druckschwankungen registriert. Der Unterschied zur Lokalisierung der Glocke zeigt sich auch, wie beschrieben, bei uns deutlich. Bei der Registrierung der Drucke im Gehirn beim Zug an der Glocke, fanden wir in allen Fällen positive Drucke, deren Höhe vom Zuggewicht abhängig ist. BREHM und MEYHOEFFER fanden im Durchschnitt negative Drucke, nur einmal einen positiven Druck von 1 mm Hg (Tab. 27).

Unsere Drucke stimmen mit denen bei Zangendruck von BREHM und MEYHOEFFER gemessenen überein, mit der Zange wurde dabei ein Zug von mehr als 20 kg ausgeübt. Ob allerdings hier ein Vergleich möglich ist, ist nach den bisherigen Unterschieden zu bezweifeln. Bei den Abrißversuchen kommen unsere Ergebnisse denen von BREHM und MEYHOEFFER ziemlich nahe (Tab. 28).

Bei den toten menschlichen Neugeborenen kam es beim Abriß der Glocke ziemlich plötzlich zu einem Druckabfall auf 0, und nur vereinzelt hatten wir negative Druckschwankungen. Bei der Prüfung der maximalen Belastbarkeit haben wir nur deren Abhängigkeit von der Zeit untersucht. Bei sofortigem Abriß und bei 1, 2 und 4 Minuten nach dem Ansaugen lagen unsere Werte bei 92 bzw. 94%, während BREHM und MEYHOEFFER bei sofortigem Abriß 94% und bei 2 - 4 Minuten nach dem Ansaugen eine Maximalbelastung von 97 - 100% angeben (Tab. 29).

Am Schluß dieses Vergleichs soll noch einmal hervorgehoben werden, daß unsere Versuche mit der großen Glocke gemacht wurden, während BREHM und MEYHOEFFER die mittlere benutzten. Wir führen die unterschiedlichen Werte vor allem auf die unterschiedliche Empfindlichkeit der Registriermethoden zurück. Wir benutzten zur Druckübertragung außer der Kanüle nur elektrische Apparate; BREHM und MEYHOEFFER übertrugen ihre Drucke mechanisch.

In allen Fällen, in denen gegensätzliche Drucke gemessen wurden, muß darauf hingewiesen werden, daß BREHM und MEYHOEFFER bei der Druckregistrierung einen positiven Druck in der Kanüle vorgaben und die Druckabnahme bzw. -zunahme registrierten. Die negativen Drucke, die BREHM und MEYHOEFFER angeben, sind aber genau genommen Verringerungen des vorgegebenen positiven Druckes - also immer noch positive Werte. Sie wurden, da der positive Ausgangsdruck gleich 0 gesetzt wurde, als negative Werte gedeutet. Wir maßen immer die absoluten Drucke.

Tab. 29 Maximale Belastbarkeit in Abhängigkeit von
 der Ansaugdauer

	Brehm u. Mayhoeffer		Eigene Ergebnisse	
	kg	%	kg	%
Sofort nach Erreichen des Vakuums	9,66	94,70	13,95	92,5
1 Min.	9,93	97,35	14,28	94,8
2 Min.	10,07	98,06	14,25	94,8
3 Min.	10,14	98,17	14,90	99,0
4 Min.	10,20	100,0	14,25	94,8
5 Min.	10,20	100,0	14,56	95,6

Bemerkenswert sind noch die experimentellen Untersuchungen von G. MARTIUS; er injizierte in die Hinterläufe von Hunden Perltuschelösung und saugte die Glocke dann an. Dabei verteilte sich die Tusche in der Weise, daß sich am Geschwulstrand die meiste Tusche befand. MARTIUS erklärt dies damit, daß der Druck bzw. die Saugwirkung am Saugglockenrand um ein Vielfaches höher ist als in der Mitte der Glocke.

Beachtenswert ist auch noch die röntgenologisch nachgewiesene Konfigurationsänderung des Kopfes in eine Längsstreckung. Dadurch lassen sich, wie bereits angenommen, die Druckerhöhungen im Schädelinneren erklären (70). Die Meinung von FÜRSTENBERG, SEGSCHEIDER und WINTER, die Glocke nicht auf die Fontanellen aufzusetzen, ist insofern richtig, als dabei höhere Drucke entstehen (35, 91, 105). Die Annahme von BÜTTNER, daß im Gehirn negative Drucke entstehen, hat sich aber nicht bestätigt (9).

II. K l i n i s c h e r T e i l

1. Einleitung

Im 2. Teil unserer Arbeit soll auf die klinischen Erfahrungen mit dem Vakuumextraktor eingegangen werden, die im Verlauf von 1 1/2 Jahren seit Benutzung des Vakuumextraktors in der Universitätsfrauenklinik Frankfurt/Main gemacht worden sind.

Wir haben uns vorgenommen, lediglich zunächst einmal unsere Erfahrungen zusammenzustellen und mit der Literatur zu vergleichen. Ich kann vorwegnehmen - auch wir hatten zu Beginn häufiger Versager, wie es bei jeder neuen Methode, die erst erlernt werden muß, vorkommt.

Wir werteten unsere Krankenblätter nach folgendem Fragebogen aus:

Fragebogen zur Vakuum- bzw. Zangenextraktion

(bitte, soweit möglich, das Zutreffende unterstreichen)

Datum: Krankenblattnummer: 19..../...

Name der Patientin:

Vorname:

Geburtsdatum:

Name des Arztes:

1. Welche Indikation bestand zur Vakuum/Zangenextraktion?
2. Wie waren die Herztöne vor der Extraktion?
3. Wie war das Fruchtwasser vor der Extraktion?
4. Warum Vakuumextraktion (bzw. Zange)?
5. Wie stand der Kopf (BE, BM, BA)?
6. Welche Lage? (Stellung, Haltung)

7. Wie weit war der Muttermund geöffnet?
8. War Narkose oder Lokalanästhesie nötig? Ja/Nein
9. Evtl.: Welche und wieviel?
10. Waren Schwierigkeiten beim Einführen der Glocke/ der Zangenlöffel zu überwinden? Ja/Nein
11. Evtl.: Welche?
12. Waren Schwierigkeiten beim Anlegen der Glocke/ der Zangenlöffel zu überwinden? Ja/Nein
13. Evtl.: Welche?
14. Wo wurde die Glocke / die Zangen angelegt (auf Skizze anzeichnen)?
15. Welche Glocke / Zange? (große, mittlere, kleine) bzw. Zangenmodell
16. Wie hoch ist das Vakuum erzeugt worden?
17. Stufenweise oder sofort?
18. Evtl.: Welche Stufen? 0,2/0,3/0,4/0,5/0,6/0,7/0,8/0,9
19. Wie lange dauerte es, bis das Vakuum erzeugt war?Min.
20. Wie wurde extrahiert?
 - a) wehensynchron
 - b) Sofortextraktion ohne Kristeller'schen Handgriff
 - c) mit Kristeller'schem Handgriff
 - d) Dauerzug, wie lange?
21. War eine Rotation notwendig? Ja/Nein
22. Ist die Glocke abgerissen? Ja/Nein Wie oft?
23. In welcher Zeit wurde der Kopf entwickelt? (ab Traktionsbeginn)Min.
24. Welche mütterlichen Verletzungen sind aufgetreten?
 - a) Zervix-Vagina-Dammrisse und Episiotomie
 - b) bei welcher Gelegenheit traten diese Verletzungen auf? Wodurch? (Einführen der Löffel, Abreißen der Glocke Durchtritt des Kopfes, Durchtritt der Schulter?)
25. Welche kindlichen Verletzungen sind aufgetreten? (Hautrisse, Hautabschürfungen, Blutungen, Nervenquetschung, Kephalthämatom)
26. Ist die Geburt durch Vakuumextraktion beendet worden? Ja/Nein
27. War Zange oder Sectio zur Beendigung der Entbindung, die durch Vakuumextraktion begonnen worden war, nötig? Ja/Nein

28. Was erschien am Vakuumentraktor oder am Gerät nachteilig?
29. Wäre die Entbindung mit einer anderen Entbindungsart
besser verlaufen? Ja/Nein
30. Evtl.: Welche?

Bei den 87 für diese Arbeit ausgewerteten Fällen konnten nicht immer alle Fragen beantwortet werden, da der Fragebogen erst bei Durchsicht der Krankenblätter ausgefüllt wurde. Um zu besseren Ergebnissen zu kommen, sollten die Fragen sofort nach der Geburt beantwortet werden.

2. Indikationen zur Vakuumentraktion

a) Literatur

Zur Anwendung des Vakuumentraktors wird von den meisten Geburtshelfern die primäre und sekundäre Wehenschwäche und der Geburtsstillstand als wichtigste und häufigste Indikation angesehen (8, 9, 15, 17, 18, 20, 32, 42, 43, 46, 58, 64, 70, 71, 74, 82, 95, 101, 103, 110). Die Gestosen bilden ebenfalls eine wichtige Indikation (17, 34, 58, 66, 74, 82, 95, 100, 101, 110). Die chronischen Organerkrankungen der Mutter sind ebenso häufig Anlaß zur Vakuumentraktion (5, 9, 32, 79, 95, 101, 106). Weitere Indikationen zur Vakuumentraktion sind vorzeitige Lösung der Placenta, Randsinusblutungen, Placenta praevia, Nabelschnurvorfall und Nabelschnurumschlingung (20, 22, 72, 74, 110). Die Anwendung des Vakuumentraktors bei der Placenta praevia wird jedoch abgelehnt (100). Die Kopfschwertange wurde seinerzeit eigens zur Behandlung der Placenta praevia geschaffen (39).

Die Beckengeersten Grades wird auch als mögliche Indikation zur Vakuumentraktion angesehen (20, 94). Eine spezifische Indikation zur Vakuumentraktion

stellen die Notfälle dar, bei denen der Muttermund noch nicht voll eröffnet ist und aus mütterlichen oder kindlichen Situationen die Geburt sofort beendet werden muß (29). BÜRGER ist aus theoretischen Überlegungen der Meinung, daß bei Frühgeburten vor der 36. Woche der Vakuumentraktor nicht angewendet werden sollte (8).

Die drohende kindliche Asphyxie stellt eine sehr wichtige Indikation zur Vakuumentraktion dar (5, 17, 24, 46, 53, 58, 64, 70, 74, 82, 101, 106, 110). Manche Autoren verwenden den Vakuumentraktor nur bei leichteren Asphyxien und wenn keine zu große Eile geboten ist (8, 31, 42, 94). Es wird angeraten, besonders in der Austreibungsperiode durch Anwendung des Vakuumentraktors hypoxämische Schäden des Kindes zu vermeiden (70, 73). Abgestorbene Kinder sollten zur psychischen Schonung der Mutter mit dem Vakuumentraktor geboren werden, da so der Geburtsverlauf wesentlich abgekürzt werden kann (2, 15). Eine neue in der letzten Zeit häufiger gestellte Indikation zur Vakuumentraktion ist die Entwicklung des Kindes beim Kaiserschnitt (27, 72).

Zur reinen Geburtserleichterung wird die Vakuumentraktion von DÖRFLER, EVELBAUER, FEUERSTEIN, HOCHULI, MARTIUS G., MARTIUS H. und THIESSEN empfohlen (15, 29, 32, 46, 70, 73, 100). Doch darf dies nicht zur uneingeschränkten Anwendung in der Geburtshilfe verleiten (2, 50, 65).

b) Eigene Ergebnisse

Vergleichen wir unsere Indikationen mit denen in der Literatur angegebenen, so stimmen diese völlig überein. Wir haben die Indikationen zur Vakuumentraktion unterteilt in mütterliche und kindliche, die mütterlichen Indikationen wiederum in geburtshilfliche und allgemein mütterliche. Selten fand sich nur eine Indikation, die zur Vakuumentraktion führte, häufig trafen mehrere zusammen. Dabei ergaben sich, in der Häufigkeit abnehmend, folgende Indikationen:

I. Geburtshilflich-mütterliche Indikationen:

1. Geburtsstillstand auf Beckenboden (15x)
2. Sekundäre Wehenschwäche (12x)
3. Primäre Wehenschwäche (8x)
4. Übertragung (6x)
5. Allgemein protrahierter Geburtsverlauf (4x)
6. Beckenanomalien (3x)
7. Verlängerte Austreibungsperiode (2x)
8. Geburtsstillstand bei tiefem Querstand (2x)
9. Drohende Uterusruptur (1x)

II. Allgemein-mütterliche Indikationen:

1. Vitium cordis (8x)
2. Lungentuberkulose (6x)
3. Praeklampsie (6x)
4. Erschöpfung der Gebärenden (4x)
5. Alte Erstgebärende (4x)
6. Asthma bronchiale (2x)
7. Posttraumatische Epilepsie (2x)
8. Verdacht auf Hirntumor (2x)
9. Struma (1x)
10. Subarachnoidalblutung (1x)
11. HWS-Op. nach Kompression der Arteria basilaris (1x)
12. Unklarer somnolenter Zustand der Gebärenden (1x)

III. Kindliche Indikationen:

Bei 32 Vakuumextraktionen war die drohende kindliche Asphyxie, auf die wir durch Abgang von mekoniumhaltigem Fruchtwasser oder durch schlechte und unregelmäßige Herztöne schlossen, der Anlaß zur operativen Geburtsbeendigung.

Die allgemeinen mütterlichen Indikationen haben häufig einen prophylaktischen Charakter, in dem Sinne, daß man der Mutter die Austreibungsphase mit dem schweren Pressen erleichtern will, und um irgendwelchen Insuffizienzerscheinungen vorzubeugen.

3. Narkose

a) Literatur

Ein großer Vorteil des Vakuumextraktors liegt darin, daß zu die-

ser Operationsmethode eine Narkose oder Lokalanästhesie nicht unbedingt erforderlich ist (9, 8, 18, 20, 29, 36, 76, 93, 95, 104, 106, 108). Dieser Vorteil wird besonders offenbar, wenn bei der drohenden kindlichen Asphyxie keine Narkose gemacht zu werden braucht. Dadurch wird das Kind nicht noch zusätzlich geschädigt, man kann den Vakuumextraktor sofort anlegen und gewinnt so Zeit.

Als eine spezifische Anästhesie für die Vakuumextraktion kann die Pudendus-anästhesie gelten. Manche Geburtshelfer geben bei der Vakuumextraktion einen Lachgas-s-r-a-u-s-c-h (12, 42, 101). RÜTHER und VUJIC empfehlen grundsätzlich bei kranken Müttern eine Pudendus-anästhesie anzulegen, weil dadurch die Bedingungen zur Austreibung günstiger werden (84, 101). MALMSTRÖM empfiehlt besonders bei rigiden Weichteilen eine L-o-k-a-l-a-n-ä-s-t-h-e-s-i-e anzulegen (66). Man kann sich aber den jeweiligen Situationen anpassen und entweder eine Pudendus-, perineale Anästhesie oder eine Vollnarkose geben (3, 17, 29, 43, 68, 76). Die Pudendus-anästhesie wird mit 5-8 ccm einer 1%igen Procainlösung mit Adrenalin- und Hyaluronidasezusatz gemacht. Die Hyaluronidase ist für die Verteilung im Gewebe von Vorteil. Die Wirkungsdauer beträgt etwa 30 Minuten, dabei kommt es laut SPIELMANN anfangs zu einem Nachlassen der Wehen (93). In dieser Zeit kann leicht die Glocke angelegt werden. Die Mitarbeit von Seiten der Mutter ist nicht eingeschränkt und der Beckenboden wird gleichzeitig gut entspannt. Der Dehnungsschmerz beim Durchtritt des Kopfes fällt weg, und der Mutter bleibt bei ausgeschalteten Schmerzen das Geburtserlebnis voll erhalten (93).

b) Eigene Ergebnisse

Wir legten bei 37 Müttern eine Pudendus-anästhesie zur Vakuumextraktion an. Bei 11 Müttern wurde eine lokale Infiltration des Dammes vorgenommen. Wie bei den meisten Geburten heute überhaupt, wurde auch bei den Vakuumextraktionen häufig mit Chloräthyl ein Durchtrittsrausch gegeben, und zwar bei 43 Müttern. In 4 Fällen gaben wir gleichzeitig zur Pudendus-anästhesie einen Durchtrittsrausch mit Chloräthyl. Nur bei 8 Müttern wurde keine Narkose irgendeiner Art gemacht. Ist jedoch genügend Zeit vorhanden, sollte auf jeden Fall eine Beckenbodenanästhesie gemacht werden.

4. Vorbedingungen zur Vakuumextraktion

a) Die Weite des Muttermundes

aa) Literatur

Im Gegensatz zu den Vorbedingungen bei der Anwendung der Zange, wo es unbedingt erforderlich ist, einen vollständig eröffneten Muttermund zu haben, ist dies nicht Voraussetzung für den Gebrauch des Vakuumextraktors (15, 23, 29, 36, 42, 60, 101, 106). Die Fruchtblase muß natürlich gesprungen sein oder muß gesprengt werden (29, 60). WOLTER fordert für die Sofortextraktion einen vollständig eröffneten Muttermund (106). KLINGENBERG möchte sogar bei allen Vakuumextraktionen den Muttermund vollständig oder nahezu vollständig eröffnet sehen (54). VUJIC hatte in 58% der Vakuumextraktionen einen vollständig eröffneten Muttermund. In 19% war der Muttermund nur teilweise eröffnet; ließ er sich nicht leicht durch den Zug erweitern, machte er häufig Muttermundsincissionen. Nachteile dadurch hat er nicht beobachtet.

bb) Eigene Ergebnisse

In unserer Klinik waren bei 83,9% der Extraktionen der Muttermund vollständig eröffnet, und in 9,19% war er fast vollständig eröffnet. Nur bei 6 Gebärenden war der Muttermund nicht voll eröffnet, in 4 Fällen war er handtellergroß und in 2 Fällen kleinhandtellergroß. Bemerkenswert ist, daß es bei den 4 Fällen mit handtellergroßem Muttermund zweimal zu Cervixrissen kam.

b) Höheneinstellung des Kopfes

aa) Literatur

Es ist nicht unbedingt erforderlich, so lange zu warten, bis der Kopf auf dem Beckenboden ist. Außerdem wird dies auch nicht immer möglich sein. Es kann aus Beckeneingang, Beckenmitte und Beckenausgang mit dem Vakuumextraktor extrahiert werden (4, 6, 15, 17, 42, 66, 69, 80, 101, 106). Die Extraktion aus Beckeneingang findet jedoch nicht überall uneingeschränkten Zuspruch (53, 65). Die vielen beschriebenen Erfolge sprechen aber dafür, daß man auch aus Beckeneingang extrahieren kann, ohne dem Kind und der Mutter vermehrt Schaden zuzufügen. Bei einigen Autoren liegt die Zahl der aus Beckeneingang extrahierten Kinder zwischen 10,5

und 19% (41, 69, 101).

bb) Eigene Ergebnisse

In der weitaus größten Zahl bei allen Vakuumextraktionen war die Geburt so weit fortgeschritten, daß sich der Kopf auf dem Beckenboden befand, bei uns in 64,41% der Fälle. In 21,8% extrahierten wir, als der führende Teil sich in Beckenmitte befand. Nur in 2 Fällen von den insgesamt 87 Vakuumextraktionen befand sich der vorangehende Teil höher als Beckenmitte, etwa einen Querfinger darüber. Bei 12,6% war der Kopf zwischen Beckenmitte und Beckenausgang. Wir stellten jedoch fest, daß, wenn sich der Kopf noch nicht auf dem Beckenboden befindet, es häufiger zum Abriß der Glocke kommt bzw. die Geburt durch die Zange beendet werden mußte. Bei den 9 durch die Zange beendeten Vakuumextraktionen befand sich der Kopf zweimal in Beckenmitte und zweimal 2 Querfinger über dem Beckenboden.

c) Lage des Kindes

aa) Literatur

Auch die Lage des Kindes spielt für die Vakuumextraktion in den allermeisten Fällen keine bedeutende Rolle. Als *a b s o l u t e G e g e n i n d i k a t i o n* zur Vakuumextraktion wird lediglich die *G e s i c h t s l a g e* anerkannt (29, 35, 60, 68). Mit dem Vakuumextraktor können pathologische Haltungs- und Einstellungsanomalien leicht korrigiert werden (17, 21, 41, 67, 71, 106). Andere Geburtshelfer lehnen den Vakuumextraktor bei Einstellungsanomalien allerdings ab. (42, 83, 107). Es können Kinder extrahiert werden sowohl aus Kopf- als auch aus Steißlagen (5, 15, 17, 22, 28, 29, 101). Besonders die Entwicklung des Kindes aus der Steißlage ist mit dem Vakuumextraktor für das Kind vorteilhafter, besser als Zange oder Haken, weil es sich gerade hier häufig um Frühgeburten handelt (29). In letzter Zeit gewinnt auch die Extraktion des Kaiserschnittkindes mittels des Vakuumextraktors immer mehr an Bedeutung (27, 101). Auch zur Extraktion des zweiten Zwillings ist der Vakuumextraktor gut geeignet (101).

bb) eigene Ergebnisse

Bei unseren Fällen wurde der Vakuumextraktor bei 86 Müttern am kindlichen Kopf angesetzt. Es handelte sich hierbei um 44 erste

Hinterhauptslagen und um 28 zweite Hinterhauptslagen. Die hintere Hinterhauptslage kam siebenmal vor. Sieben Kinder wurden aus Vorderhauptslagen extrahiert. Bis zum 9.3.1963 hatten wir nur einen einzigen Fall, in dem das Kind mit dem Vakuumextraktor aus Steißlage extrahiert wurde.

5. Anwendung der verschiedenen Glocken

a) Literatur

In allen Fällen sollte die g r ö ß t m ö g l i c h e G l o c k e angewendet werden (5, 42). Das wird jedoch abhängig sein von der Größe des Muttermundes und von der Weite und Dehnbarkeit der Vagina. Die größte Glocke bietet immer die größte Zugmöglichkeit und beste Haftfähigkeit. Es wird dann auch weniger oft zum Abreißen der Glocke kommen. Im allgemeinen wird die kleine Glocke nur selten angewendet (8). Bei Kaiserschnittkindern wird entweder die große oder kleine Glocke benutzt (29). Die Haftfähigkeit der großen Glocke wird wesentlich vermindert, wenn vorher die kleine Glocke benutzt wurde (106).

b) Eigene Ergebnisse

Wir verwendeten bei 47 Müttern die große Glocke mit 49 mm Durchmesser. Bei 20 Müttern wurde die mittlere Glocke mit 42 mm Durchmesser verwendet. Nur ein einziges Mal, und zwar bei der Extraktion der Steißlage, verwendeten wir die kleine Saugglocke mit 33 mm Durchmesser. In den verbleibenden 19 Fällen konnte nicht mehr geklärt werden, welche Glocke verwendet worden war. Es ist aber anzunehmen, daß die große Glocke am meisten benutzt worden ist.

6. Höhe des Vakuums

a) Literatur

Ist bei der Extraktion keine Eile geboten, wie z.B. bei den mütterlichen Indikationen, so soll das Vakuum s t u f e n - w e i s e erzeugt werden (4, 5, 8, 9, 15, 20, 41, 42, 53, 54, 58, 85). Die Zeit, die dazu empfohlen wird, liegt zwischen 1 und 10 Minuten. Bei den halb- und vollautomatischen Vakuumpumpen kann dies leicht und beliebig eingestellt werden (84, 85). Beim Gebrauch einer Handpumpe zur Vakuumherstellung ist die Erzeugung des Vakuums langsamer. BAYER berichtet, daß es

bis zu 10 Minuten dauert, bis ein ausreichendes Vakuum hergestellt ist (6). Aber auch in Eilfällen kann das Vakuum in wenigen Sekunden hergestellt werden. Für den Dauerzug wird ein Vakuum von $0,6 \text{ kg/cm}^2$ empfohlen (30, 53). Bei der Extraktion von Frühgeburten soll das Vakuum besonders vorsichtig erzeugt werden (84, 85). EVELBAUER ist der Meinung, daß die Anwendung eines Elektromotors besonders günstig ist, da das Vakuum schonender und gleichmäßiger erzeugt wird (23). Zur wehensynchronen Extraktion wird ein Vakuum von $0,6 - 0,9 \text{ kg/cm}^2$ empfohlen, für die Sofortextraktion immer ein Vakuum von $0,9 \text{ kg/cm}^2$ (4, 29, 30, 54, 80, 85, 102). Ein Vakuum von $0,9 \text{ kg/cm}^2$ wird als äußerste Grenze zur Extraktion angesehen (106, 107).

b) Eigene Ergebnisse

Wir benutzten am Anfang die Handpumpe und später einen elektrischen Motor zur Vakuumherstellung. Bei 37 Vakuumextraktionen benutzten wir ein Vakuum von $0,8 \text{ kg/cm}^2$. In 4 Fällen ein Vakuum von $0,9 \text{ kg/cm}^2$, in 5 Fällen ein Vakuum von $0,85 \text{ kg/cm}^2$, in 2 Fällen ein Vakuum von $0,75 \text{ kg/cm}^2$, einmal ein Vakuum von $0,6 \text{ kg/cm}^2$ und einmal ein Vakuum von $0,5 \text{ kg/cm}^2$. Das Vakuum von $0,5 \text{ kg/cm}^2$ wurde bei der Extraktion am Steiß eingestellt. In den restlichen Fällen war eine Nachprüfung der Höhe des Vakuums nicht mehr möglich.

In bezug auf die kindlichen Schädigungen läßt sich feststellen, daß 4 Kephalhaematome bei einem Vakuum von $0,8 \text{ kg/cm}^2$ und 1 bei $0,7 \text{ kg/cm}^2$ entstanden sind. Bei einem Vakuum von $0,9 \text{ kg/cm}^2$ hatten wir kein Kephalhaematom, allerdings konnte in 2 Fällen, in denen Kephalhaematome aufgetreten waren, die Höhe des Vakuums nicht festgestellt werden. Viermal hatten wir einen Abriß der Saugglocke bei einem Vakuum von $0,8 \text{ kg/cm}^2$. Bei den 4 Vakuumextraktionen, bei denen wir $0,9 \text{ kg/cm}^2$ als Vakuum benutzten, riß die Glocke nicht ab.

7. Extraktionsmethode

a) Literatur

Es besteht die Möglichkeit, bei der Vakuumextraktion eine Sofortextraktion zu machen, wehensynchron zu extrahieren oder einen kurzen Dauerzug auszuüben (33). Der Physiologie der Geburt

kommt die wehensynchrone Extraktion am nächsten. Aber auch bei der wehensynchronen Extraktionsmethode darf die Extraktionsdauer nicht zu lange sein. Im allgemeinen sollten 45 Minuten oder 10-12 Extraktionen nicht überschritten werden, da nach dieser langen Zeit kaum noch mit einem Erfolg zu rechnen ist (9, 17, 41, 54, 69, 80, 85, 102). Um einen besseren Ausgangspunkt für den nächsten Zug zu haben, ist es ratsam, während der Wehenpause den Kopf festzuhalten. Dadurch erreicht man eine gute Dehnung der Vagina, und Verletzungen können so vermieden werden (32). Zur Extraktion wende man den Drei-finger-Griff nach HOCHULI an (29, 46). Bevor mit der Erzeugung des Vakuums begonnen wird, sollte der Sitz der Saugglocke kontrolliert werden (6). Heute ist es aufgrund der maschinellen Vakuumerzeugung möglich, den Vakuumentraktor auch in Eilfällen anzuwenden (28, 47, 106). Die Glocke kann grundsätzlich schneller angelegt werden als die Zange (28). In diesen Fällen kommt nur die Sofortextraktion in Frage (17, 42, 64, 76, 83, 103, 106). Bei schwierigen Extraktionen kann der Kristeller'sche Handgriff zur Unterstützung der Bauchpresse ausgeführt werden (15, 41, 42, 83). Zur Sofortextraktion ist es notwendig, daß der Muttermund vollständig eröffnet ist (106). Der Dauerzug kommt heute nicht mehr in dem Maße zur Anwendung, wie es bei der Einführung der Methode von MALMSTRÖM empfohlen worden war (66). Meistens wird der Dauerzug heute abgelehnt (15, 22, 34, 41, 54); nur bei Ausnahmen kommt er auch heute noch zur Anwendung (24, 82, 83, 106). Zu Beginn dieser Methode war der Dauerzug mit 2-4 kg über mehrere Stunden als Ersatz für die Kopfschwartenzange ausgeführt worden (23, 42, 52). Während viele auch bei abgestorbenen Kindern einen Dauerzug ausübten, lehnte BARBEN diese Methode bei den toten Kindern überhaupt ab, da wegen der ballonierenden Kopfschwarte keine ausreichende Haftfähigkeit zu erzielen sei (4).

b) Eigene Ergebnisse

Wir führten nachweislich in 36 Fällen die wehensynchrone Extraktion durch. In 7 Fällen wurde bei der wehensynchronen Extraktion der Kristeller'sche Handgriff angewendet, und einmal

führten wir die Sofortextraktion aus. Häufig konnten wir allerdings nicht mehr feststellen, in welcher Art und Weise extrahiert wurde, da nicht in jedem Fall die Extraktionsmethode im Krankenblatt verzeichnet war. Bei unseren ersten 87 Vakuumextraktionen extrahierten wir kein totes Kind. Wir glauben aber, aufgrund unserer Versuche sagen zu können, daß die Haftfähigkeit auch bei toten Kindern vollkommen ausreicht.

8. Verletzungen

a) Mütterliche Verletzungen

aa) Literatur

Es ist für die erfolgreiche Geburtsbeendigung und auch für die Schonung der Mutter nicht unbedingt erforderlich, eine Episiotomie anzulegen (83). Einige Geburtshelfer machen bei jeder Vakuumextraktion eine Episiotomie (3, 15, 17, 54, 62, 80, 104). BÜRGER macht sie immer bei Erstgebärenden (8). EVEL-BAUER hat in 74,5% aller Fälle eine Episiotomie angelegt und dabei in 2,1% Cervix-, in 9% Vaginal- und in 10,1% Dammrisse gehabt (29). In vielen Fällen wird angenommen, daß sich durch das Anlegen einer Episiotomie die Verletzungen verringern lassen (53, 107). Es werden die Verletzungen auf die Geburtsleitung und nicht auf den Vakuumextraktor zurückgeführt (22, 24, 106, 107, 108). Hervorzuheben ist noch die geringe Morbidität der Mutter bei der Vakuumextraktion während des Wochenbettes im Gegensatz zur Zange (4, 9, 17, 104, 106, 108, 110). Die Morbidität liegt bei LEINZINGER und LECHNER in der gleichen Größenordnung wie bei den Spontangeburt (64). DÜDERLEIN hält aber die Ungefährlichkeit des Vakuumextraktors noch nicht für bewiesen und glaubt, daß der Vakuumextraktor die mütterlichen Weichteile nicht schone (14). Einige Autoren geben auch eine erhöhte Morbidität an (42, 101).

bb) Eigene Ergebnisse

In 82,76% wurde bei uns eine Episiotomie angelegt; in den restlichen Fällen (17,24%) wurde keine Episiotomie angelegt. In unserer Klinik wird die Episiotomie als eine aktive Descensus- Prophylaxe angesehen. Inwieweit die Episiotomie eine Verminderung der mütterlichen Verletzungen hervorruft, können wir anhand der wenigen Fälle noch nicht sagen. Geben wir die Ver-

letzungsrate in Prozenten an, so haben wir 6,9% Cervix-, 10,3% Vaginal- und 9,1% Dammrisse. Der Einfluss der Episiotomie auf die Vaginal- und Cervixrisse ist wahrscheinlich unbedeutend. Eine große Rolle dürfte bei den Cervixrissen die Weite des Muttermundes spielen. Bei den ersten drei Cervixrissen war der Muttermund zweimal nur handtellergrößer, und einmal bestand noch ein Muttermundsau. Ebenso war es bei den drei ersten Vaginalrissen. Bei 8 Dammrissen war viermal keine Episiotomie angelegt worden. Eine weitere Rolle spielt noch für die Entstehung der Cervixrisse die Tatsache, daß dabei in 3 Fällen die Extraktion mit der Zange beendet werden mußte. Bei den Vaginalrissen war zweimal zur Geburtsbeendigung die Zange notwendig. Bei den Dammrissen war dies nur einmal nötig. Aber auch bei uns zeigt sich mit zunehmender Erfahrung mit dieser Methode, daß die Verletzungen seltener werden.

b) Kindliche Verletzungen

aa) Literatur

Die Größe der sich ausbildenden Sauggeschwulst hängt ab von

1. der Dauer der Einwirkung des Sogs
2. der Höhe des Vakuums
3. der Saugglockengröße
4. der Elastizität und Plastizität des angesaugten Gewebes.

Bei jeder Spontangeburt entsteht eine mehr oder weniger große Kopfgeschwulst, die durch die Druckunterschiede im Geburtskanal entstehen. Wir können deshalb die sich durch das Vakuum ausbildende Geschwulst als ein **v e r s t ä r k t e s C a p u t s u c c e d a n e u m** bezeichnen (8, 38, 71, 106). Die Angaben, wie lange es dauert, bis sich die durch die Saugglocke erzeugte Kopfgeschwulst zurückbildet, sind unterschiedlich: EVELBAUER beschreibt, daß sich die Geschwulst genau so schnell zurückbildet wie das Caput succedaneum bei den Spontangeburt (24); KLINGENBERG teilt mit, daß die Geschwulst nach 10-20 Minuten verschwunden sei (54). Die Zeit, die für die Rückbildung in der Literatur angegeben wird, liegt zwischen 10 Minuten und 48 Stunden (4, 28, 61). Bei der Anwendung des Vakuumentraktors zur Entwicklung des Kindes beim Kaiserschnitt bildet sich die Geschwulst schneller zurück als bei den Spontangeburt, da die Einwirkungsdauer des Vakuums

außerordentlich kurz ist (27). Die Verletzungen, die durch die Glocke auftreten, sind verschieden, auch sie hängen von der Intensität und vor allem von der Dauer der Einwirkung des Vakuums ab (2, 74, 83, 106). Es treten Hautabschürfungen, kleine Blasenbildungen und petechiale Blutungen am Geschwulst-rande auf (2, 3, 54, 61, 108). Hautulcerationen, Depigmentationen und Alopecien sind in letzter Zeit selten geworden, da sie hauptsächlich durch Dauerzug entstehen und dieser heute fast überall nicht mehr angewendet wird (2, 46, 91, 106). Recht häufig kommen Kephalhaematome vor. Die Prozentzahlen schwanken in weiten Grenzen, im Schrifttum 0-30% (2, 4, 8, 15, 32, 42, 50, 60, 108, 110). Die Ausbildung der Kephalhaematome hängt von der Dauer und der Richtung des Zuges ab. Die Häufigkeit der Kephalhaematome ist bei der Verwendung der großen Glocke größer als bei der mittleren Glocke (32). Die Kephalhaematome sollen bei der Benutzung eines elektrischen Motors zur Herstellung des Vakuums wesentlich seltener entstehen (6). Es wird auch angegeben, daß Kephalhaematome bei Spontangeburt-en und vakuumentrahierten Kindern gleich häufig vorkommen (29, 42).

In letzter Zeit mehren sich auch die Untersuchungen über die weitere Entwicklung der durch Vakuumextraktion geborenen Kinder. Im allgemeinen kann man sagen, daß sich die meisten Kinder normal entwickeln (22, 23, 24, 58, 61, 95, 106, 110). Die kindliche Mortalität schwankt sehr und ist in den meisten Fällen nicht eindeutig von der Vakuumextraktion abhängig zu machen (9, 21, 46, 52, 58, 69, 74, 87), da sie in großem Maße von der Indikation zur Vakuumextraktion abhängt (70). Häufig ist es so, daß zusätzlich noch die Zange zur Geburtsbeendigung benutzt werden muß (3, 26, 50). Außerdem kann es durch eine pränatale Anoxie schon vor der Geburt zu intracraniellen Blutungen kommen, denen das Kind nach der Geburt dann erliegt. Es ist dann später schwer zu unterscheiden, ob die Blutung geburtstraumatische oder anoxämische Folge ist (89). Daß auch bei Spontangeburt-en intracranielle Blutungen häufig sind, zeigt die Mitteilung von NAUJOKS, daß von 63 Fällen mit intracraniellen Blutungen 44 Fälle Spontangeburt-en waren (89).

Einen wichtigen Aufschluß über die kindliche Schädigung durch den Vakuumextraktor geben die Elektroencephalogramme, die in

der letzten Zeit häufiger gemacht werden (45, 51, 90). Dabei hat sich gezeigt, daß doch in einem verhältnismäßig großen Prozentsatz pathologische EEG's auftreten. Die Zahlen liegen hier bis über 50% (45, 51). HEISS hat dabei festgestellt, daß die vakuumentrahierten Kinder öfter ein pathologisches EEG aufweisen als die durch Forceps geborenen (45). In dieser Hinsicht wäre die Meinung STAMPAS zu deuten, der der Zange eine Schutzkorbfunktion zuschreibt (94).

Eine weitere Möglichkeit der Untersuchungen, ob ein Geburtstrauma angenommen werden muß oder nicht, ist die Augenhintergrundsuntersuchung der Neugeborenen (77, 106). Um aber ein endgültiges Urteil über die Schädigung durch den Vakuumentraktor aussprechen zu können, müssen noch weitere Untersuchungen abgewartet werden und die Kinder noch über eine längere Zeit beobachtet werden.

bb) Eigene Ergebnisse

Bei 3 Kindern hatten wir lokale Hautabschürfungen am Rande der Sauggeschwulst und einmal eine petechiale Blutung. Die Verletzungen heilten alle unter Behandlung mit Furacinpuder komplikationslos ab. Schwerwiegendere Verletzungen, wie Hautulcerationen und später nach der Abheilung Depigmentationen und Alopecien haben wir nicht beobachtet. Bei 7 Kindern hatten wir ein Kephalhaematom (8%), wobei wir sechsmal die große und nur einmal die mittlere Glocke zur Extraktion verwendeten. Das Verhältnis der Anwendung der Glocken zwischen großer und mittlerer betrug bei allen Vakuumentextraktionen etwa 2,5:1, bei den Kephalhaematomen dagegen 7:1.

Unsere Mortalität beträgt 2,3%. Beide Kinder wurden nur durch den Vakuumentraktor geboren, doch kann eine pränatale Schädigung der Kinder angenommen werden. Bei dem ersten Todesfall war die Indikation zur Vakuumentextraktion eine schwere Präeklampsie und Überschreitung des Geburtstermins um 14 Tage. 17 Stunden vor der Geburt setzten die Wehen ein, wobei der Muttermund sich nur zögernd öffnete. Es bestand ein Blutdruck von 160/110 mm Hg, massive Unterschenkelödeme, und das Eiweiß war im Urin stark vermehrt. Die Herztöne des Kindes lagen während der ganzen Dauer bis zur Geburt zwischen 120-140 pro Minute. Nachdem der Muttermund vollständig eröffnet war und

die Geburt keinen Fortschritt zeigte, wurde bei Pudendusanästhesie und lateraler Episiotomie vakuumextrahiert. Das Vakuum wurde stufenweise bis auf $0,7 \text{ kg/cm}^2$ erhöht. Nach drei wehensynchronen Zügen, ohne daß die Glocke abriß, wurde ein blaß-asphyktisches Kind geboren, das erst nach 7 Minuten und 5 Sekunden schwach schrie. Das Kind wog 3250 g und war 52,5 cm groß. Es fanden sich keine typischen Übertragungszeichen. Nach der Geburt entleerte sich aus dem Uterus stark grün verfärbtes Fruchtwasser. Die Atmung konnte nur künstlich und durch Lobelingaben aufrechterhalten werden. Die Herzfrequenz war nach einer Stunde auf 40/Minute und die Temperatur auf $35,1^{\circ}$ gesunken. 2 1/2 Stunden nach der Geburt starb das Kind. Die Sektion ergab eine subtentorielle Blutung.

Bei dem zweiten Todesfall bestand eine drohende kindliche Asphyxie und eine Placenta praevia marginalis, die den Anlaß zur Vakuumextraktion gaben. Zur Extraktion wurde eine Evipannarkose gegeben. Die kindliche Herzfrequenz lag zwischen 164-172/Minute. Das Kind wurde mit zwei wehensynchronen Zügen entwickelt. Es wurde zwar 15 Tage vor dem errechneten Termin geboren, zeigte aber alle Reifezeichen, wog 3600 g und war 50 cm groß. Das Kind war bei der Geburt blaß-asphyktisch und schrie erst nach 3 Minuten und 20 Sekunden kräftig. Nach zwei Stunden verschlechterte sich die Atmung, und nach weiteren zwei Stunden starb das Kind trotz künstlicher Atmung und Micorengaben, wie die Sektion klärte, an einer subtentoriellen Blutung.

Unter Berücksichtigung der bereits getroffenen Feststellung, daß bei Spontangeburt genauso häufig wie bei Zangengeburt intracranielle Blutungen zum Tode des Kindes führen, scheint es unwahrscheinlich, daß die Verwendung des Vakuumextraktors in diesen beiden Fällen die intracranielle Blutung verursacht hat. Besonders die Indikationen, die bei den beiden Kindern zur Vakuumextraktion führten, sprechen für eine pränatale Schädigung.

9. Beendigung der Geburt durch eine andere operative Methode

a) Literatur

Die Zahl der Versager schwankt, wie in der Literatur angegeben wird, in weiten Grenzen, zwischen 0 und 26% (41, 53, 62,

64). BÜTTNER beendete bei 45 Vakuumextraktionen zwölfmal mit der Zange die Geburt (9), FAUVET bei 70 Vakuumextraktionen zehnmal mit der Zange (31). HAMMERSTEIN hatte anfangs 15,4% Versager, jetzt aber auch weniger (42). Einige Autoren wenden die Zange überhaupt nicht mehr an (69, 104). Bei den meisten Geburtshelfern macht sich aber ein deutlicher Rückgang der Zangenfrequenz bemerkbar (46). Ein vollkommener Ersatz für die Zange ist aber in den meisten Fällen nicht möglich (15, 23, 25, 31, 34, 42, 54, 63, 64, 71, 76, 88, 100, 107). Die Versager sind besonders hoch bei Einstellungs- und Haltungsanomalien und anderen falschen Indikationsstellungen, wie z.B. Mißverhältnis (47, 76). Ein Versagen wird auch häufiger bei Anfängern vorkommen und durch häufiges Wechseln der Ärzte im Kreissaal bedingt sein (5, 62, 106). Außerdem spielt die Höheneinstellung des Kopfes eine wesentliche Rolle. Bei den aus Beckeneingang extrahierten Kindern sind die Versager größer, doch kann in den meisten Fällen eine hohe Zange vermieden werden und das Kind vom Beckenboden aus extrahiert werden (17, 23, 25, 41, 53). THIESEN hält besonders für den Beckenausgang die Zange für vorteilhafter, da so Verletzungen vermieden werden können (100). Auch andere Geburtshelfer wenden im Zweifelsfalle die Zange an (15, 42).

b) Eigene Ergebnisse

Unsere Versager liegen noch im Rahmen der in der Literatur angegebenen. Bei 10,3% aller Vakuumextraktionen riß die Glocke ein- oder mehrmals ab. In der gleichen Häufigkeit mußte auch die Geburt mit der Zange beendet werden. Aber es war nur in zwei Fällen so, daß wegen der Abrisse anschließend eine Zangenextraktion gemacht werden mußte. Einmal mußte die durch Vakuumextraktion begonnene Geburt durch Sectio beendet werden. Hier bestand ein absolutes Mißverhältnis zwischen Becken und kindlichem Kopf. Bei 4 Fällen, bei denen nach mißglücktem Vakuumextraktionsversuch die Geburt mit der Zange beendet werden mußte, bestand eine drohende kindliche Asphyxie. Dabei soll bemerkt werden, daß dies in drei Fällen allein bei den ersten 15 Vakuumextraktionen war. Nach der 40. Vakuumextraktion hatten wir bei dieser Indikationsstellung keine weiteren Versager, so daß wir auch in Zukunft bei der drohenden kindlichen Asphyxie

den Vakuumentraktor anwenden werden, zumal wir das Vakuum jetzt maschinell erzeugen. Nach der sechzigsten Vakuumentraktion waren keine weiteren Versager zu verzeichnen, so daß in Zukunft die Zange noch weniger gebraucht werden wird.

10. Einfluß von Geschlecht, Länge und Gewicht des Kindes auf den Verlauf der Vakuumentraktion sowie das Verhalten der Schreizeit nach der Vakuumentraktion im Vergleich zur Spontangeburt

Es wurden 30 Mädchen und 57 Knaben durch die Vakuumentraktion geboren. Die durchschnittliche Länge der Kinder betrug 51,4 cm. 16 Kinder waren kleiner als 50 cm, das kleinste Kind war 41 cm groß und wog 1800 g. Es wurde 8 Wochen vor dem Termin geboren. Die Indikation zur Geburt war eine schwere Präeklampsie der Mutter gewesen. Nach 4 Wochen hatte das Kind ein Gewicht von 2700 g, sonst war das Kind unauffällig und zeigte keine Reaktion auf die Vakuumentraktion. 5 Kinder waren 55 cm und größer. Das größte Kind war 59 cm und wog 5000 g und konnte ganz durch den Vakuumentraktor geboren werden, während ein 58 cm langes Kind mit 4250 g Gewicht noch durch die Zange extrahiert werden mußte. Ein unterschiedliches Verhalten der extrem großen Kinder zu den kleineren ließ sich in der ersten Woche nach der Geburt nicht feststellen. Auch EVELBAUER berichtet über leichte Extraktion von Riesenkindern (20). Das durchschnittliche Geburtsgewicht betrug bei uns 3464 g, das Entlassungsgewicht etwa 8 Tage post partum betrug mit 3256 g etwa 200 g weniger als das Geburtsgewicht. VUJIC hatte ein durchschnittliches Geburtsgewicht bei seinen Kindern zwischen 2500-5000 g (100).

Der erste Schrei des Kindes ist gleichzusetzen mit dem Beginn der Atmung. Die Zeit von der Geburt bis zum Beginn der Atmung nennen wir die Schreizeit; ihre Länge gibt uns einen Anhalt über den Zustand des Kindes.

Zur Bestimmung der Schreizeit bei Spontangeburtten wählten wir uns 10 vollkommen komplikationslos verlaufene Geburten aus. Es ergab sich eine Schreizeit von durchschnittlich 4,6 Sekunden. Der größte Einzelwert lag bei 36 Sekunden, und nur 8 Kinder schrien erst nach 10 Sekunden. Bei den durch den Vakuumentraktor geborenen Kindern konnten wir in

36 Fällen die Schreizeit nachprüfen. Bei 23 Kindern lag die Schreizeit unter 10 Sekunden und bei 13 Kindern darüber. Unter diesen letzten betrug die Schreizeit einmal 1 Minute, dreimal 4 Minuten und 4 Sekunden und einmal 7 Minuten und 5 Sekunden. Das letzte Kind starb. Bei den Kindern, die erst nach 1 Minute oder länger schrien, war weder die Glocke abgerissen, noch mußte die Geburt durch die Zange beendet werden. Die drei Kinder, deren Schreizeit bei 4 Minuten und 4 Sekunden lag, wurden wegen einer drohenden kindlichen Asphyxie vakuumextrahiert. Eine schwere Praeclampsie war der Anlaß zur Vakuumextraktion bei dem Kind, das erst nach 7 Minuten und 5 Sekunden schrie. Ein Hirntumor der Mutter war die Indikation zur Vakuumextraktion bei dem Kind mit 1 Minute Schreizeit. Aus diesen Fällen läßt sich schließen, daß die Indikationen zur Vakuumextraktion die Schreizeit in ausschlaggebender Weise beeinflussen und die Wirkung des Vakuumextraktors unerheblich ist.

11. Parität und Alter der Mutter

a) Literatur

In der Literatur wird ein Anteil von 72-79% Erstgebärenden bei den Vakuumextraktionen angegeben (53, 110). KESSLER hatte eine Verteilung von Erstgebärenden zu Mehrgebärenden von 50:50 (53). GROMOTKE und HAMMERSTEIN hatten hauptsächlich Versager bei der Vakuumextraktion bei Erstgebärenden und nur selten bei Mehrgebärenden (41).

b) Eigene Ergebnisse

75,1% aller Mütter, die wir durch Vakuumextraktion entbunden haben, waren Erstgebärende. Das durchschnittliche Alter der Erstgebärenden betrug 26 Jahre. Sieben Mütter waren jünger als 20 Jahre, die jüngste 17 Jahre alt. Älter als 30 Jahre waren 18 Mütter, von ihnen waren zwei älter als 40 Jahre. 15,4% aller Mütter waren Zweitgebärende. Ihr Durchschnittsalter betrug 27 Jahre. 8% der Mütter waren Drittgebärende. Hier war das Durchschnittsalter 35 Jahre. Eine Mutter bekam ihr viertes Kind, sie war 35 Jahre alt. Außerdem hatten wir noch eine V-pera, die 36 Jahre alt war.

12. Geburtsdauer

Die durchschnittliche Geburtsdauer (gerechnet vom Wehenbeginn) lag bei unseren Vakuumextraktionen bei 15 Stunden und 15 Minuten. Sie lag damit noch im Durchschnittswert für die Spontangeburt. Da die Einzelwerte natürlich starken Schwankungen unterliegen, seien noch einige charakteristische Werte angeführt, die zeigen, in welcher Weise die Geburtsdauer von der Indikation zur Vakuumextraktion abhängt. Bei Patienten mit primärer oder sekundärer Wehenschwäche betrug die durchschnittliche Geburtsdauer 29 Stunden. Stellen wir diesen die Fälle mit reiner kindlicher Asphyxie gegenüber, d.h. bei denen keine andere äußere Ursache, wie z.B. Geburtsstillstand auf dem Beckenboden oder Wehenschwäche zur Asphyxie führten, so betrug die Geburtsdauer nur 6 Stunden. Das waren insgesamt 13 Fälle, in denen der Vakuumextraktor bei der reinen kindlichen Asphyxie angewendet wurde. Auch bei den anderen Fällen, bei denen es z.B. darauf ankam, den Frauen die schwere Austreibungsphase und die Belastung während der Eröffnungsphase im letzten Teil abzunehmen, um Atmung und Kreislauf nicht übermäßig zu beanspruchen, liegt die Geburtsdauer wesentlich niedriger als die durchschnittliche Geburtsdauer aller Vakuumextraktionen; so betrug die Geburtsdauer bei der Patientin mit Struma 3 Stunden und 55 Minuten, bei der Patientin, die eine Subarachnoidalblutung gehabt hatte, 4 Stunden und 30 Minuten, bei der Patientin mit Verdacht auf Hirntumor 4 Stunden und 44 Minuten, bei der Patientin mit posttraumatischer Epilepsie 5 Stunden und 12 Minuten, bei den Patientinnen mit Asthma bronchiale und Lungentuberkulose 9 Stunden und 10 Minuten und bei den Patientinnen mit einem Vitium cordis 13 Stunden und 45 Minuten. Im letzten Fall ist aber der Unterschied nicht mehr so deutlich, doch zeigen die ersten Beispiele ziemlich eindeutig den Einfluß der Indikationen zur Vakuumextraktion auf die Geburtsdauer. KESSLER verkürzte die durchschnittliche Geburtsdauer von 15 auf 11 Stunden (53).

13. Terminabweichungen

Bei 47 Frauen war der errechnete Geburtstermin überschritten.

Wir errechnen den Geburtstermin jetzt so, daß wir nicht, wie nach der Nägelschen Regel 7 Tage addieren, sondern 10 Tage. Die durchschnittliche Terminüberschreitung betrug 8 Tage. Die größte Terminüberschreitung war 20 Tage; bei diesem Kind waren auch deutliche Übertragungszeichen vorhanden. Bei 30 Müttern war der errechnete Geburtstermin noch nicht erreicht als sie entbunden wurden. Die Differenz betrug ebenfalls 8 Tage. Nur bei einem Kind, das 8 Wochen vor dem Termin geboren wurde, waren keine Reifezeichen vorhanden. Bei 5 Müttern war der Termin vollkommen ungewiss. Übertragungs- oder fehlende Reifezeichen wurden nicht bemerkt. Nur 5 Mütter wurden genau am errechneten Termin entbunden, das entspricht einem Prozentsatz von 5,8 aller Fälle. Wir konnten bei unseren Fällen keinen Einfluß des Geburtstermins auf den Erfolg oder Mißerfolg der Vakuumextraktion erkennen. Das Kind, welches 8 Wochen zu früh, und auch jenes, welches 3 Wochen zu spät geboren wurde, entwickelte sich gut und zeigte keine anderen Reaktionen auf die Vakuumextraktion als die, die zum Termin geboren wurden.

C Zusammenfassung

Im experimentellen Teil der Arbeit wird über Druckmessungen bei der Anwendung der Malmströmschen Saugglocke berichtet. Versuche wurden an toten Kindern, lebenden und toten Schafslämmern gemacht.

In der *G a l e a* werden direkt unter der Glocke Unterdrucke, im Durchschnitt -291 mm Hg bei den lebenden und toten Schafslämmern, -246 mm Hg bei den toten menschlichen Neugeborenen, gemessen. Durch Zug an der Glocke bei den toten menschlichen Neugeborenen nimmt der Druck um weitere -66 mm Hg ab, d.h. steigt der Unterdruck auf -312 mm Hg.

Neben dem Glockenrand haben wir positive Drucke gemessen. 1 cm neben der Glocke beträgt der Druck 10,6 mm Hg bei lebenden Lämmern, 8,57 mm Hg bei toten Lämmern und 17,4 mm Hg bei toten menschlichen Neugeborenen. 2 cm neben der Saugglocke sind die Drucke wesentlich geringer, 0,86 mm Hg bei lebenden Läm-

mern, 0,75 mm Hg bei toten Lämmern und 3,83 mm Hg bei toten menschlichen Neugeborenen. Bei den toten menschlichen Neugeborenen betragen die Werte außerdem bei 3, 4 und 5 cm neben dem Glockenrand 1,5 mm Hg, 1,67 mm Hg und 0,88 mm Hg.

Im Sinus sagittalis entstehen bei den lebenden und toten Lämmern beim Ansaugen der Glocke nur geringe Druckschwankungen. Der Sinusdruck beträgt 1,25 mm Hg; der Druck steigt um 2,23 mm Hg bei den lebenden Lämmern und um 2,87 mm Hg bei den toten Lämmern. Kurz darauf fällt er aber wieder um 2,41 mm Hg bzw. um 1,83 mm Hg ab und steigt dann nur bei den lebenden Lämmern wieder unbedeutend an. Bei den toten menschlichen Neugeborenen entstehen höhere positive Drucke. Sie sind abhängig vom Sitz der Glocke beim Ansaugen. Ist die Glocke über der großen Fontanelle angesaugt, entsteht ein Druck von 8,12 mm Hg, über der kleinen Fontanelle 6,28 mm Hg und über dem Os parietale 4,17 mm Hg.

Die Drucke im Gehirn verhalten sich ähnlich wie im Sinus sagittalis. Bei lebenden und toten Lämmern entstehen Drucke von 1,41 mm Hg bzw. 2,41 mm Hg. Der Druck fällt auch hier kurze Zeit später um 2,67 mm Hg bzw. 3 mm Hg ab, stellt sich aber kurz darauf auf einen geringen positiven Wert von +1,36 mm Hg bzw. +0,21 mm Hg ein. Bei den toten menschlichen Neugeborenen ergeben sich in Abhängigkeit von der Lokalisierung der Glocke für die große Fontanelle 17 mm Hg, für die kleine Fontanelle 8,25 mm Hg und für das Os parietale 7,41 mm Hg.

Beim Abreißen der Glocke entstehen Druckschwankungen, die abhängig sind vom Zuggewicht. Die durchschnittliche Druckamplitude beträgt 10,2 mm Hg bei den lebenden Lämmern und 27,1 mm Hg bei den toten Lämmern. Beim Abriß bei den toten menschlichen Neugeborenen fällt der Druck in einer gedämpften Kurve ab. Es kommt dabei nicht zu Druckschwingungen. Durch die Fixierung der Glocke und Zug an dieser entstehen Drucke bis 29,66 mm Hg. Beim Abriß fällt der Druck sofort auf Null, meistens sogar etwas unter Null, steigt aber in Kürze wieder an. Wird die Glocke mit Gewichten belastet, steigt der Gehirndruck kontinuierlich an. Bei 13 kg war der Gehirndruck auf 27,8 mm Hg angestiegen. Bei 15 kg riß die

Glocke in jedem Falle ab. Der maximale Zug kann nach 3 Minuten Ansaugdauer ausgeübt werden. Sofort nach dem Ansaugen beträgt der maximal mögliche Zug nur 92,5%.

Der klinische Teil befaßt sich mit den 87 Vakuumextraktionen, die in der Universitäts-Frauenklinik Frankfurt/Main innerhalb von 1 1/2 Jahren gemacht wurden. Das Instrument hat sich auch uns in der Geburtshilfe als wertvolle Hilfe erwiesen. Unsere Ergebnisse sind die gleichen wie sie am Anfang der Benutzung jedes neuen Instrumentes gemacht wurden. Mit zunehmender Erfahrung fand man aber eine immer bessere Handhabung, was besonders die abnehmende Zahl der Versager und Verletzungen kindlicher- wie mütterlicherseits beweist. Indikationen sind die üblicherweise in der Literatur angegebenen, hauptsächlich Geburtsstillstand, Wehenschwäche und drohende kindliche Asphyxie. In fast allen Fällen wurde eine Narkose gegeben. Als spezifische Anästhesie für die Vakuumextraktion ist die Pudendusnästhesie anzusehen. Als einzige Vorbedingung für die Anwendung des Vakuumextraktors ist eine Größe des Muttermundes zu betrachten, bei der man die kleinste Glocke einführen kann. Es kann bei jeder Höheneinstellung des Kopfes extrahiert werden. Die Gesichtslage gilt als Gegenindikation, sonst kann man Kopf- und Beckenendlagen gleichermaßen extrahieren. Die große Glocke wird 2,5 mal häufiger angewendet als die mittlere, die kleine kaum. Für die Höhe des Vakuums ist $0,9 \text{ kg/cm}^2$ als äußerste Grenze zu betrachten. Wir benutzen in der Hauptsache ein Vakuum von $0,8 \text{ kg/cm}^2$ und extrahieren wehensynchron. Eine Episiotomie wurde in 82,76% aller Vakuumextraktionen angelegt. Als mütterliche Verletzungen traten 6,9% Cervix-, 10,3% Vaginal- und 9,1% Dammrisse auf. Bei den Kindern traten nur in wenigen Fällen lokale Verletzungen, wie Hautabschürfungen und petechiale Blutungen am Geschwulstrand, auf. Kephalhaematome hatten wir in 8% der Fälle zu verzeichnen. Unsere Mortalität betrug 2,3%; beide verstorbenen Kinder hatten eine intracranielle Blutung. In 10,3% aller Vakuumextraktionen riß die Glocke mehrmals ab, und die Geburt mußte durch die Zange beendet werden, einmal durch Sectio. Die durchschnittliche Größe der Kinder war 51,4 cm, ihr Gewicht 3464 g. 5 Kinder waren größer als 55 cm.

Die Schreizeit der Kinder lag zwischen einer Sekunde und acht Minuten. 75,1% aller Mütter waren Erstgebärende, ihr durchschnittliches Alter war 26 Jahre. 15,2% waren Zweitgebärende, der Rest Mehrgebärende. Die durchschnittliche Geburtsdauer lag bei 15 Stunden. Es wird die Abhängigkeit der Geburtsdauer von der Indikation zur Vakuumextraktion dargestellt. Die Terminabweichungen betragen $\pm$ 8 Tage. Nur bei 5 Müttern war die Geburt am errechneten Termin.

Am Schluß der Arbeit können folgende Punkte als wichtig hervorgehoben werden:

1. Der Vakuumextraktor kann schneller angelegt werden als die Zange und ist daher besonders bei Eilfällen in der Geburtshilfe geeignet.
2. Die Vakuumextraktion kann bei Kopf- und Beckenendlagen, bei Extraktion des zweiten Zwillings und bei Sectio caesarea angewendet werden.
3. Bei abgestorbenen Kindern sollte der Vakuumextraktor zur Geburtserleichterung und psychischen Schonung der Mutter angewendet werden.
4. Zur Extraktion ist eine Narkose oder Lokalanästhesie nicht unbedingt erforderlich.
5. Die größte Haftfähigkeit liegt bei 3 Minuten Ansaugdauer.
6. Häufiges Abreißen führt zur Verminderung der Haftfähigkeit der Glocke.
7. Das Vakuum soll stufenweise hergestellt werden, da Blutungen in der Haut dabei nicht beobachtet wurden. Stufenweise das Vakuum nach Extraktion zu reduzieren, ist dagegen nicht nötig.
8. Die Mortalität bei der Vakuumextraktion ist nicht größer als bei den Spontangeburt.
9. Die Anwendung des Vakuumextraktors ist auch in der Hausgeburtshilfe möglich.

Literaturverzeichnis

- 1 Amosy, G. und Ahlander, K. Vakuumentraktion. Nordisk. Med. 64, (1960), 236.
- 2 Appen, v. Läßt sich die Zangenoperation dch. die Anwendung d.Vakuumentraktors vermeiden? Zbl.f.Gyn. 80, (1958), 475.
- 3 Bajardi, F. und Huber, K. Erfahrungen mit der Vakuumentraktion unter bes.Berücksichtigung kindlicher Spätschädigungen. Verhandlgn.d. Dt.Ges.f.Gyn. (1962), 566-571.
- 4 Barben, H.P. Erfahrungen mit dem Vakuumentraktor nach Malmström an der Frauenklinik Aarau. Schweiz.Med.Wochenschrift. 88, (1958), 1155.
- 5 Berey, J. und Fanghänel, M. Bemerkungen zur Technik der Vakuumentraktion. Geburtsh.u.Frauenheilk. 20, (1960), 1357.
- 6 Beyer, E. Die Anwendung des Elektromotors bei der Vakuumentraktion. Geburtsh.u.Frauenheilk. 21, (1961), 1160-1165.
- 7 Brehm, H. Vergleichende Kopfinnendruckmessungen bei Anwendung der Zange bzw. des Vakuumentraktors. Verhandlgn.d.Dt.Ges.f.Gyn. (1962), 579-583.
- 8 Bürger, H. und Ebelbauer, K. Vakuumentraktor statt Zangengeburt. Med.Klin. 54, (1956), 490.
- 9 Büttner Geburtshilfliche Erfahrungen mit dem Vakuumentraktor. Med.Klin. 54, (1959), 1232.
- 10 Castello, M. A. Extractor instead of Forceps. Amer.J.Obstet.Gynec. 69, (1955), 1375.
- 11 Chalmers, J. A. James Young Simpson and the "Suction-Tractor". The J.of Obstet. and Gynec.of the Brit.Commonwealth. 70, (1963), 94-100.
- 12 Claus, Th. Untersuchung über die Entwicklung des Supraoccipitale u. Interparietale beim Schaf. Inaug. Diss. Giessen 1911.

- 13 Dennstedt, A. Die Sinus durae matris der Haus-
säugetiere. Inaug.Diss. 1903.
- 14 Döderlein, G. Geburtshilfe des praktischen Arz-
tes. Med.Klin. 54, (1959), 1813.
- 15 Dörffler, P. Zur Anwendung des Vakuumextrak-
tors. Med.Klin. 54, (1959), 1234.
- 16 Domin, E. Zangenoperationen. Zbl.f.Gyn. 81,
(1959), 441.
- 17 Elsner-Mackey, P. Erfahrungen mit dem Vakuumextrak-
tor. III. Weltkongreß Wien Bd.1,
1961, 89.
- 18 Elsner-Mackey, P. und Zange oder Vakuumextraktion. Ciba-
Rainer, A. Symposium. 4, Bd.10 (1962).
- 19 Erbslöh Diskussionsbemerkung zur Vakuum-
extraktion. Geburtsh.u.Frauen-
heilk. 18, (1958), 83.
- 20 Evelbauer, K. Der Vakuumextraktor im praktischen
klinischen Gebrauch. Geburtsh.u.
Frauenheilk. 16, (1956), 223.
- 21 Erfahrungen mit der Saugglocke un-
ter bes. Berücksichtigung der Ge-
fahren für Mutter und Kind. Ge-
burtsh.u.Frauenheilk. 18, (1958),
190.
- 22 Vakuumextraktionen und Untersu-
chungen am kindl. Schädel. Geburtsh.
u.Frauenheilk. 19, (1959), 188.
- 23 Geburtshilfliche Anwendung der
Saugglocke. Fortschritte der Me-
dizin. 76, (1958), 553-554.
- 24 Erfahrungen mit dem Vakuumextrak-
tor. Die Medizinische. 39, (1959),
1799.
- 25 Erfahrungen mit dem Vakuumextrak-
tor. Med.Klin. 54, (1959).
- 26 Diskussionsbemerkung zur Vakuum-
extraktion. Geburtsh.u.Frauenheilk.
19, (1959), 189.
- 27 Vorteile des Pari-Vakuum-Extraktors
u.Anwendung desselben bei der Sectio
zur Kindesentwicklung. III. Welt-
kongreß Wien 1961, Bd. 1, 82.
- 28 Entbindung mit der Saugglocke. Vi-
sum Nr. 1, (1961), 12-14.

- 29 Evelbauer, K. Vakuummextraktion. Verhandlgn.d. Dt.Ges.f.Gyn. (1962), 523-543.
- 30 Fauvet, E. und Scheele, R. Über Entbindungen mit einer Saug-glocke. Geburtsh.u.Frauenheilk. 16, (1956), 231.
- 31 Fauvet, E. Erfahrungen mit dem Vakuummextrak-tor. Zbl.f.Gyn. 80, (1958), 474.
- 32 Feuerstein, A. Geburtserleichterung u. Geburts-hilfe durch die Vakuummextraktion des Kindes. Geburtsh.u.Frauenheilk. 20, (1960), 960.
- 33 Finderley, V. Anwendung des Vakuummextraktors. Gynaecologia. 133, (1952), 225.
- 34 Finkbeiner Diskussionsbemerkung zur Vakuum-extraktion. Geburtsh.u.Frauenheilk. 18, (1958), 84.
- 35 Fürstenberg, W. Der Effekt der Vakuummextraktionen. Nordisk.Med. 64, (1960), 844.
- 36 Fulst, W. Der Vakuummextraktor in der Hausge-burtshilfe. Geburtsh.u.Frauenheilk. 21, (1961), 1080-1083.
- 37 Gense, R. Über einen neuen Vakuum-Griff-Ex-traktor aus Piacryl. Zbl.f.Gyn. 83, (1961), 133.
- 38 Zum Mechanismus der Vakuummextrak-tion. Zbl.f.Gyn. 83, (1961), 884.
- 39 Gauß, C. J. Kopfschwartenzange bei Placenta praevia. Zbl.f.Gyn. 58, (1934), 99, 260, 1191.
- 40 Göbel, F. Zur Narkose beim Schwein mit Thio-genal-Merck. Tierärztl.Umschau. 3, (1955), 93-96.
- 41 Gromotke, R. und Hammerstein, J. Bericht über 550 Vakuummextraktionen unter bes.Berücksichtigung der Miß-erfolge. Verhandlgn.d.Dt.Ges.f. Gyn. (1962), 548-553.
- 42 Hammerstein, J. Vakuummextraktion und Zangenentbin-dung. Münch.med.Wschr. 102, (1960), 1057.
- 43 Hathouth, H. M. und Tannir, A. D. Malmströms Extraktor in occipito-posteriorer Lage. The J.of Obstet. and Gynec.of the Brit.Common-wealth. 70, (1963), 101-105.

- 44 Heil, K. Historische Bemerkung zum Vakuumhelm. Zbl.f.Gyn. 36, (1962), 1221.
- 45 Heiss, H. Neue Gesichtspunkte zur perinatalen Gehirnschädigung. Geburtsh.u. Frauenheilk. 22, (1962), 1305.
- 46 Hochuli, E. und Stöckli, A. Erfahrungen mit dem Vakuumextraktor nach Malmström in 264 Fällen. Geburtsh.u.Frauenheilk. 20, (1960), 346.
- 47 Der Wandel in der Indikationsstellung seit Einführung des Vakuumextraktors, Erfahrung bei 600 Fällen. Verhandlgn.d.Dt.Ges.f.Gyn. (1962), 546-548.
- 48 Hofmann Simpson's Aerotractor. Neue Zschr. f.Geburtsk. 27, (1850), 176-184.
- 49 Hohl, A. F. Simpson's geburtshilflicher Airtraktor. Neue Zschr.f.Geburtsk. 27, (1850), 305-320.
- 50 Holtorff, J. Das Schicksal der durch Vakuum- und Zangenextraktionen geborenen Kinder. III. Weltkongreß Wien 1961, Bd. 1, 90.
- 51 Holtorff, J., Kintzel, A. W. und Schmidt, G. Über kindliche Spätschäden nach Vakuumextraktionen. Verhandlgn.d. Dt.Ges.f.Gyn. (1962), 559-565.
- 52 Kastendieck. Diskussionsbemerkung zur Vakuumextraktion. Geburtsh.u.Frauenheilk. 19, (1959), 189.
- 53 Kessler, A. Unsere Erfahrungen mit dem Vakuumextraktor. Geburtsh.u.Frauenheilk. 21, (1961), 479-490.
- 54 Klingenberg, H. G. Beendigung d. Geburt durch Vakuumextraktion des Kindes. Med.Klin. 54, (1959), 1599.
- 55 Kocks, J. Der Vakuumhelm. Zbl.f.Gyn. 27, (1912), 1081.
- 56 Kolb, E. Lehrbuch der Physiologie der Haustiere. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena (1962).
- 57 Kownatzki Über geburtshilfl. Extraktionen mit einem Vakuumhelm. Zbl.f.Gyn. 27, (1912), 1145.
- 58 Krabisch, H. Anwendung u.Erfahrung mit dem Vakuumextraktor nach Malmström. Zbl. f.Gyn. 82, (1960), 673-677.

- 59 Kuntsch Über geburtshilfl. Extraktionen mit einem Vakuumhelm. Zbl.f.Gyn. 27, (1912), 893.
- 60 Lauridsen, L., Fürstenberg, W. und Laursen, G. Vakuumextraktion. Nordisk.Med. 64, (1960), 836.
- 61 Lauridsen, L. Vakuumextraktion, eine Nachuntersuchung von 20 Kincern. Nordisk. Med. 66, (1961), 989-990.
- 62 Lechner, S. und Leinzinger, E. Verdrängt der Vakuumextraktor den Forceps. III. Weltkongreß Wien 1961, Bd. 1, 85.
- 63 Leinzinger, E. Diskussionsbemerkung zur Vakuumextraktion. Geburtsh.u.Frauenheilk. 20, (1960), 297.
- 64 Leinzinger, E. und Lechner, G. Die Vakuumextraktion an der Landesfrauenklinik Linz. Verhandlgn.d. Dt.Ges.f.Gyn. (1962), 544-546.
- 65 Majewski, A. Zur Frage der Hirnschädigung nach Vakuumextraktion. Verhandlgn.d. Dt.Ges.f.Gyn. (1962), 571-573.
- 66 Malmström, T. Vakuumextractor - an obstetric Instrument. Acta Obstetrica Gyn. Scandinavia. Vol.33, Suppl.4 (1954).
- 67 Anwendung des Vakuumextraktors in der Geburtshilfe. Zbl.f.Gyn. 78, (1956)., 117.
- 68 Der Vakuumextraktor. Triangel Sandoz-Zschr. Bd.V Nr.6, (1962), 300.
- 69 Der Vakuumextraktor. Verhandlgn. d.Dt.Ges.f.Gyn. (1962), 512-522.
- 70 Martius, G. Ludwig, H. und Freischütz, G. Klinische und experimentelle Beobachtungen bei Vakuumextraktionen. Verhandlgn.d.Dt.Ges.f.Gyn. (1962), 573-578.
- 71 Martius, H. Diskussionsbemerkung zur Vakuumextraktion. Zbl.f.Gyn. 80, (1958), 477.
- 72 Vakuumextraktion in Lehre und Praxis. Dt.Med.Wschr. 35, (1961), 1637-1640.
- 73 Diskussionsbemerkung zur Vakuumextraktion. Verhandlgn.d.Dt.Ges. f.Gyn. (1962), 584.

- 74 Meinrenken, H. Erfahrungen mit dem Vakuumextraktor unter bes. Berücksichtigung der Indikationsstellung. Zbl.f. Gyn. 80, (1958), 475.
- 75 Meyhoeffer, K. Inaug.Diss. Frankfurt/Main 1964.
- 76 Mikulicz-Radecki, v. Geburtshilfe unter bes. Berücksichtigung vom Vakuumextraktor. Münchn.Med.Wschr. 100, (1958), 1448.
- 77 Nevinny-Stickel, H. Über Geburtstraumen. Geburtsh.u. Frauenheilk. 14, (1954), 1035.
- 78 Nickel, Schummer, Seiferle Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Parey-Verlag 1960.
- 79 Dehlert Diskussionsbemerkung zur Vakuumextraktion. Geburtsh.u.Frauenheilk. 21, (1961), 506.
- 80 Oswald, H. Praktische Erfahrungen mit der Vakuumextraktion am kleineren geburtshilflichen Krankenhaus. Zbl.f.Gyn. 83, (1961), 1077.
- 81 Richter, J. und Goetze, R. Tiergeburtshilfe. Parey-Verlag 1960.
- 82 Roloff, H. E. Bericht über 132 "Vakuumgeburten". Geburtsh.u.Frauenheilk. 19, (1959), 274-278.
- 83 Roßboth, W. Entbindung mit dem Vakuumextraktor. Wien.Med.Wschr. 109, (1959), 252.
- 84 Rüther, E. Die Vakuumextraktion mit Hilfe von halbautomatischen Vakuumpumpen (nach Sokol). III. Weltkongreß Wien 1961, Bd.1, 87.
- 85 Rüther, E. und Sokol, K. Technische Hilfen für die Vakuumextraktion. Geburtsh.u.Frauenheilk. 21, (1961), 245.
- 86 Scanzoni, F. W. Lehrbuch der Geburtshilfe. 1853.
- 87 Scheele Diskussionsbemerkung zur Vakuumextraktion. Geburtsh.u.Frauenheilk. 18, (1958), 191.
- 88 Scheunert, Trautmann und Krzywanek Lehrbuch der Veterinär-Physiologie. Parey-Verlag 1939.
- 89 Schröder, C. Geburtstrauma oder perinatale Hirnschädigung beim Neugeborenen? Münchn.Med.Wschr. 95, (1953), 1121-1124.

- 90 Schröder, C. und Heckel, H. Zur Diagnose des Geburtstraumes beim Neugeborenen. Klin.Wschr. 31, (1953), 808.
- 91 Segschneider Diskussionsbemerkung zur Vakuumextraktion. Geburtsh.u.Frauenheilk. 18, (1958), 83.
- 92 Siebold v., E. Eine kleine historische Bemerkung zu Simpson's Air-tractor. Monatschr. Geburtsh.u.Frauenheilk. 6, (1855), 401.
- 93 Spielmann, W. Vakuumextraktion in Pudendusblockade. III. Weltkongreß Wien 1961. Bd.1, 86.
- 94 Stampa, A. Der Vakuumextraktor in der Geburtshilfe. Medizin heute - für die Praxis von Morgen. 7, (1958), 383.
- 95 Sternbeck, D. Zur Stellung des Vakuumextraktors in der operativen Geburtshilfe. Zbl.f.Gyn. 82, (1960), 1427.
- 96 Zur Technik der Vakuumextraktion. Med.Bild-Dienst Roche 4, (1961), 8-15.
- 97 Stöckel, W. Lehrbuch der Geburtshilfe. VEB Gustav Fischer Verlag Jena 1956.
- 98 Syrovätka, F. A. Die Anwendung des Vakuumextraktors in der modernen praktischen Geburtshilfe. Akus i Ginek 37 Nr. 3, (1961), 10-13.
- 99 Thiessen, K. Diskussionsbemerkung zur Vakuumextraktion. Geburtsh.u.Frauenheilk. 21, (1961), 506.
- 100 Diskussionsbemerkung zur Vakuumextraktion. Verhandlgn.d.Dt.Ges.f.Gyn. (1962), 585-586.
- 101 Vujić, J. Indikationen und Vorteile der Vakuumextraktion. Verhandlgn.d.Dt.Ges.f.Gyn. (1962), 553-555.
- 102 Dr. E. W. Vakuumgeräte in der Geburtshilfe. Panorama Dezember 1961 S. 3.
- 103 Weiße, R. Unsere Erfahrungen mit dem Vakuumextraktor. Zbl.f.Gyn. 81, (1959), 521.
- 104 Wespi Diskussionsbemerkung zur Vakuumextraktion. Geburtsh.u.Frauenheilk. 20, (1960), 297.

- 105 Winter, G. F. Diskussionsbemerkung zur Vakuumextraktion. Zbl.f.Gyn. 81, (1959), 521.
- 106 Wolter, F. Die Vakuumextraktion, eine neue geburtshilfl. Operationsmethode. Dt.Gesundheitswesen 14, (1959), 2288.
- 107 Neue Erfahrung mit dem Vakuumextraktor. Zbl.f.Gyn. 82, (1960), 1872.
- 108 Neue Erfahrungen mit der Vakuumextraktion. Geburtsh.u.Frauenheilk. 20, (1960), 296.
- 109 Zietschmann, O. und Krölling, O. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der Haustiere. Parey-Verlag 1955.
- 110 Zilliacus, H. und Sjöstedt, J. E. Geburt mit Hilfe des Vakuumextraktors an der I. und II. Universitäts-Frauenklinik zu Helsinki 1954-1960, Klinik und Statistik von 508 Fällen. III. Weltkongreß Wien 1961, Bd. 1, 84.

N a c h w o r t

Herrn Prof. Dr. med O. Käser

danke ich für die Möglichkeit, daß ich an der
von ihm geleiteten Klinik arbeiten durfte.

Meinen ganz besonderen Dank möchte ich

Herrn Priv.-Doz. Dr. med H. Brehm

für die Überlassung des Themas, für die Mit-
hilfe bei den Messungen und für seine wertvol-
len Ratschläge bei der Durchführung dieser Ar-
beit sagen.

Verzeichnis meiner akademischen Lehrer:

Anatomie	Prof. Dr. K. F. Bauer
Anatomie	Prof. Dr. W. Kirsche
Anatomie	Prof. Dr. D. Starck
Anatomie	Prof. Dr. Dr. A. Waldeyer
Physik	Prof. Dr. H. Müser
Physik	Prof. Dr. W. Schreiber
Anorganische Chemie	Prof. Dr. G. Rienäcker
Organische Chemie	Prof. Dr. Th. Wieland
Botanik	Prof. Dr. K. Libbert
Zoologie	Prof. Dr. H. Giersberg
Zoologie	Prof. Dr. W. Tembrock
Physiologie	Prof. Dr. K. Wezler
Physiologische Chemie	Prof. Dr. K. Felix
Physiologische Chemie	Prof. Dr. E. Heinz
Physiologische Chemie	Prof. Dr. L. May
Augenheilkunde	Prof. Dr. W. Lieb
Augenheilkunde	Priv.-Doz. Dr. J. Otto
Augenheilkunde	Prof. Dr. R. Thiel
Frauenheilkunde	Priv.-Doz. Dr. H. Brehm
Frauenheilkunde	Prof. Dr. L. Heller
Frauenheilkunde	Prof. Dr. O. Käser
Frauenheilkunde	Prof. Dr. A. Schwenzer
Kinderheilkunde	Prof. Dr. K. Weiße
Kinderheilkunde	Priv.-Doz. Dr. G. Wilhelm
Hals-Nasen-Ohren- Heilkunde	Prof. Dr. H. G. Boenninghaus
Hals-Nasen-Ohren- Heilkunde	Prof. Dr. R. Mittermaier
Hals-Nasen-Ohren- Heilkunde	Prof. Dr. G. Rossberg
Psychiatrie und Neurologie	Priv.-Doz. Dr. Degkwitz
Psychiatrie und Neurologie	Prof. Dr. R. Frowein
Psychiatrie und Neurologie	Prof. Dr. C. Kulenkampff

Psychiatrie und Neurologie	Prof. Dr. J. Zutt
Chirurgie	Prof. Dr. R. Geißendörfer
Chirurgie	Prof. Dr. U. Graff
Chirurgie	Priv.-Doz. Dr. F. Kootz
Chirurgie	Prof. Dr. E. Ungeheuer
Chirurgie	Priv.-Doz. Dr. W. Weber
Innere Medizin	Prof. Dr. R. Altmann
Innere Medizin	Prof. Dr. P. Christ
Innere Medizin	Prof. Dr. J. Frey
Innere Medizin	Prof. Dr. F. Hoff
Innere Medizin	Prof. Dr. J. Jürgens
Innere Medizin	Prof. Dr. H. Martin
Innere Medizin	Prof. Dr. K. L. Radenbach
Haut- und Geschlechts- krankheiten	Prof. Dr. F. Herrmann
Haut- und Geschlechts- krankheiten	Prof. Dr. E. Landes
Haut- und Geschlechts- krankheiten	Prof. Dr. G. Leonhardi
Orthopädie	Prof. Dr. E. Güntz
Orthopädie	Priv.-Doz. Dr. H. Schoberth
Gerichtliche Medizin	Prof. Dr. J. Gerchow
Gerichtliche Medizin	Prof. Dr. O. Grüner
Gerichtliche Medizin	Prof. Dr. K. Luff
Geschichte der Medizin	Prof. Dr. Dr. Dr. Artelt
Röntgenologie	Prof. Dr. A. Gebauer
Röntgenologie	Prof. Dr. F. Strnad
Naturheilkunde	Prof. Dr. W. Amelung
Zahnheilkunde	Prof. Dr. J. von Reckow
Hygiene	Prof. Dr. K. Herzberg
Arbeitsmedizin	Prof. Dr. H. Betke
Sozialhygiene	Priv.-Doz. Dr. O. Schmith
Pathologie	Prof. Dr. G. Kahlau
Pathologie	Prof. Dr. H. Lapp
Pathologie	Prof. Dr. W. Rotter
Pathologie	Prof. Dr. H. Zimmermann
Pharmakologie	Prof. Dr. P. Holtz
Pharmakologie	Prof. Dr. E. Westermann

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, daß ich die der Medizinischen Fakultät Frankfurt/Main zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel

Experimentelle und klinische Beobachtungen bei der Anwendung des Vakuumextraktors

in der Universitätsfrauenklinik Frankfurt unter Leitung von Prof. Dr. med. O. Käser mit Unterstützung von Priv.-Doz. Dr. med. H. Brehm ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe bisher an keiner in- und ausländischen Medizinischen Fakultät ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht noch die vorliegende Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Frankfurt am Main, den 1. April 1964

Werner Schmuck

L e b e n s l a u f

Ich, Werner Rudolf S c h n e i d e r , wurde am 7. 7. 1938 in Hennigsdorf bei Berlin als Sohn des Bau- und Maschinen-Ingenieurs Robert Schneider und seiner Ehefrau Lisbeth, geb. Rennhack geboren.

Von Ostern 1943 bis Juli 1952 besuchte ich die Grundschule in Niederneuendorf und von September 1952 bis Juli 1956 die Puschkin-Oberschule in Hennigsdorf, bei der ich im Frühjahr 1956 die Reifeprüfung bestand.

Vor dem Studium war ich ein Jahr in der Berliner Charité in der Krankenpflege tätig. Ab Herbst 1957 bis Juni 1958 studierte ich Medizin an der Humboldt-Universität in Berlin. Im Sommer 1958 war ich gezwungen, die sowjetische Besatzungszone zu verlassen.

Im August 1958 legte ich in Berlin beim Senator für Volksbildung die Ergänzungsprüfung für Abiturienten aus der sowjetischen Besatzungszone ab und setzte mein Studium an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität in Frankfurt am Main fort, wo ich nach dem 3. Semester im März 1959 das Vorphysikum bestand. Das 6. und 7. Semester belegte ich an der Friedrich-Alexander-Universität zu Erlangen. Hier bestand ich auch am 1. März 1961 die Ärztliche Vorprüfung. Alle 6 klinischen Semester studierte ich an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität zu Frankfurt am Main. Am Ende des Wintersemesters 1963/64 habe ich mich zur Ablegung der Ärztlichen Prüfung gemeldet.

Frankfurt am Main, den 1. April 1964

Druck: Gerd Wasmund Köln Dasselstraße 24 Telefon 230222
Zweigstellen: Aachen Friesenstraße 13 Telefon 27266
Gelsenkirchen-Schalke Gewerkenstraße 3 Telefon 25575

